

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ И.М. Блянкинштейн

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.01 – Технология транспортных процессов

«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ  
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПО УДС Г. КРАСНОЯРСКА  
(УЛ. МАЕРЧАКА, УЛ. ПРОФСОЮЗОВ, УЛ. РЕСПУБЛИКИ,  
УЛ. РОБЕСПЬЕРА, УЛ. НОВОСИБИРСКАЯ)»

Руководитель

доцент, канд. техн. наук Е.С. Воеводин

Выпускник

Ю.Ю. Роженюк

Нормоконтролер

Н.В. Шадрин

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ И.М. Блянкинштейн

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
**в форме БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студенту Роженюк Юлии Юрьевне  
Группа ФТ14 – 05Б. Направление (специальность) 23.03.01  
«Технология транспортных процессов»

Тема выпускной квалификационной работы:

«Совершенствование организации и безопасности дорожного движения по УДС г. Красноярска (ул. Маерчака, ул. Профсоюзов, ул. Республики, ул. Робеспьера, ул. Новосибирская)»

Утверждена приказом по университету 18.01.2018 № 448/с

Руководитель ВКР – Е.С. Воеводин доцент, канд. техн. Наук кафедры  
«Транспорт» ПИ СФУ.

Исходные данные для ВКР:

1. Карта – схема Железнодорожного района г. Красноярска
2. Проект Генерального плана транспортной схемы от 21.11.2016 № В – 190.
3. Статистика аварийности Железнодорожного района города Красноярска за 2013 – 2017 года.

Перечень разделов ВКР:

1 Технико-экономическое обоснование. Анализ существующего состояния организации движения на пересечении ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Робеспьера – ул. Профсоюзов в составе Железнодорожного района. Исследование и анализ интенсивности транспортных потоков и уровня загрузки рассматриваемых участков УДС. Анализ состояния аварийности на участках УДС г. Красноярска ул. Маерчака, ул. Профсоюзов ул. Республики, ул. Робеспьера.

2. Организационно-техническая часть. Обзор и анализ методов организации движения, вариантов совершенствования схем организации и безопасности движения. Методика прогнозирования транспортных потоков на рассматриваемом участке УДС г. Красноярска. Методика расчета длительности цикла и его элементов. Проект организации движения в разных уровнях на участке ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Робеспьера – ул. Профсоюзов. Проект организации движения в разных уровнях на участке ул. Новосибирская – ул. Новой жизни. Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию организации движения на участках УДС Железнодорожного района г. Красноярска.

3 Экономическая часть. Расчет экономической эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС Железнодорожного района г. Красноярска. Расчет экономии от снижения затрат времени транспорта. Расчет срока окупаемости комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС Железнодорожного района г. Красноярска.

Перечень графического или иллюстрационного материала с указанием основных чертежей, плакатов, слайдов:

Лист 1 – Цветовое отображение заторовых ситуаций в «ЯНДЕКС – пробки» на выбранном участке УДС Железнодорожного района;

Лист 2 – Существующая схема организации движения на участке УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – ул. Республики;

Лист 3 – Картограмма распределения интенсивности на существующем участке УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – ул. Республики;

Лист 4 – Проектируемая схема организации движения на участке УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – ул. Республики;

Лист 5 - Проектируемая схема организации движения на участке УДС ул. Новосибирская – ул. Новой жизни.

Презентационный материал – листов.

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

Е.С. Воеводин

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

Ю.Ю. Роженюк

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Совершенствование организации и безопасности дорожного движения по УДС г. Красноярска (ул. Маерчака, ул. Профсоюзов, ул. Республики, ул. Робеспьера, ул. Новосибирская)».

Данная работа содержит 83 страницы текстового документа, 3 приложения, 18 использованных источника, 5 листов графического материала.

Перечень ключевых слов: УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ СЕТЬ, ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ, ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, ЭСТАКАДА.

Объект совершенствования – участки улично-дорожной сети (УДС) Железнодорожного района города Красноярска.

Целью данной работы служит обеспечение необходимой пропускной способностью, уменьшение транспортных задержек, а также повышение безопасности движения за счет совершенствования организации дорожного движения на участках УДС: ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера; ул. Новосибирская – ул. Новой жизни.

Был проведен комплексный анализ существующей схемы организации движения, анализ интенсивности и состава транспортных потоков, анализ аварийности.

В результате анализа был разработан комплекс мероприятий по совершенствованию организации движения на данных участках УДС.

Современные программные комплексы моделирования транспортных потоков, например, как программа PTV Vision® VISSIM позволят выполнить оценку эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения на участках УДС Железнодорожного района города Красноярска.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Техничко-экономическое обоснование .....	5
1.1 Анализ существующего состояния организации дорожного движения на пересечении ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Робеспьера – ул. Профсоюзов в составе УДС Железнодорожного района.....	5
1.2 Исследование и анализ интенсивности транспортных потоков и уровня загрузки рассматриваемых участков УДС г. Красноярск.....	8
1.3 Анализ состояния аварийности на участках УДС г. Красноярск ул. Маерчака, ул. Профсоюзов, ул. Республики, ул. Робеспьера.....	16
2 Организационно-техническая часть.....	21
2.1 Обзор и анализ методов организации движения, вариантов совершенствования схем организации и безопасности движения .....	21
2.2 Методика прогнозирования транспортных потоков на рассматриваемом участке УДС г. Красноярск.....	22
2.3 Методика расчета длительности цикла и его элементов.....	25
2.4 Проект организации движения в разных уровнях на участке ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики .....	31
2.5 Проект организации движения в разных уровнях на участке ул. Новосибирская – ул. Новой жизни – ул. Куйбышева.....	51
2.6 Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию организации движения на участках УДС Железнодорожного района г. Красноярск.....	56
3 Экономическая часть .....	66
3.1 Расчет экономической эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС Железнодорожного района г. Красноярск .....	66
3.2 Расчет экономии от снижения затрат времени транспорта.....	71
3.3 Расчет срока окупаемости комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС Железнодорожного района г. Красноярск .....	73
Заключение .....	75
Список сокращений .....	76
Список использованных источников .....	77
Приложение А – Дислокации дорожных знаков, разметки, светофоров на выбранном участке УДС .....	79
Приложение Б – Листы графической части .....	83
Приложение В – Презентационный материал	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Современный город – это скопление на относительно небольшой территории жилых зданий, промышленных предприятий, административных, культурных и медицинских учреждений.

Город является узлом железных и автомобильных дорог [9].

Транспортная планировка городов занимается созданием рациональной структуры улично-дорожной сети.

Главными задачами планировки являются:

- 1 обеспечение пропускной способности городских улиц, но серьезные трудности в этом вопросе создают пиковые нагрузки (часы «пик»);

- 2 организация безопасного движения на дорогах, снизить количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

Транспортные задержки и относительная аварийность характерны для рассматриваемого участка УДС Железнодорожного района города Красноярска.

Целью данной работы служит обеспечение необходимой пропускной способностью, уменьшение транспортных задержек, а также повышение безопасности движения за счет совершенствования организации дорожного движения (ОДД) на участках УДС: ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера; ул. Новосибирская – ул. Новой жизни.

Для реализации поставленных задач используются современные методы ОДД, в частности, разделение движения автомобилей и пешеходов во времени, разделение движения в пространстве.

Современные программные комплексы моделирования транспортных потоков, например, как немецкая программа PTV Vision® VISSIM позволяют выполнить оценку эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения на участках УДС Железнодорожного района города Красноярска.

## 1 Технико-экономическое обоснование

### 1.1 Анализ существующего состояния организации дорожного движения на пересечении ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Робеспьера – ул. Профсоюзов в составе УДС Железнодорожного района

В данной выпускной квалификационной работе будут рассмотрены участки улично-дорожной сети Железнодорожного района г. Красноярска, в объеме следующих пересечений: ул. Маерчака – ул. Республики, ул. Профсоюзов – ул. Республики, ул. Робеспьера – ул. Республики, ул. Новосибирская – ул. Новой жизни.

Схема движения транспортных потоков на данном участке УДС Железнодорожного района представлена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Схема движения транспорта на рассматриваемом участке УДС

Выбор исходной УДС связан с тем, что через неё осуществляется движение значительного количества транспортных средств (ТС) из центра и в центр города Красноярска, что в свою очередь приводит к увеличению транспортной нагрузки, возникновению заторовых и аварийных ситуаций.

На сегодняшний день ул. Маерчака имеет 4 полосы для движения, 2 полосы из которых направлены от перекрестка в сторону проспекта Свободный, а 2 другие в сторону ул. Профсоюзов.

На улице Профсоюзов организовано 4 полосы одностороннего движения. Ул. Республики имеет 3 полосы для движения, из которых первая уходит в

сторону ул. Маерчака, вторая и третья полосы предназначены для поворота налево на ул. Профсоюзов, при этом с третьей полосы разрешен разворот на ул. Республики. Ул. Робеспьера имеет 4 полосы для движения. Ширина проезжих частей составляет: по улице Республики – 10 м., по улице Робеспьера – 16 м., по улице Маерчака – 12 м., по ул. Профсоюзов – 16 м.

На пересечении ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики присутствует неорганизованные парковочные места, которые приводят к ограничению видимости при проезде перекрестка, а также созданию аварийных ситуаций при покидании водителями места парковки.

На участке УДС при повороте с ул. Республики на ул. Маерчака радиус поворота недостаточен для безопасного маневра поворота длинномерного автотранспорта (автобусы, автомобили эвакуационной службы и т.д.), это приводит к тому, что вышеуказанные ТС при выполнении данного поворота занимают все полосы движения, зачастую выезжая на полосу встречного движения транспортных средств.

Основной проблемой перекрестка ул. Профсоюзов – ул. Республики является высокая интенсивность движения транспортных средств (1374 ед./час), поворачивающих с ул. Республики на ул. Профсоюзов, которым в соответствии с требованиями ПДД РФ [13] должны уступать транспортный поток с интенсивность 1883 ед./час движущийся по ул. Маерчака – ул. Профсоюзов, в результате чего создаются транспортные задержки и конфликтные ситуации.

На пересечении ул. Робеспьера – ул. Республики имеется правоповоротный шлюз для движения в Центральный район города. Пешеходы на рассматриваемом перекрестке двигаются по регулируемому пешеходному переходу, движение пешеходов в правоповоротном шлюзе осуществляется по нерегулируемому пешеходному переходу.

На момент исследования участка УДС дорожное полотно находилось в удовлетворительном состоянии, дорожная разметка на участке в неудовлетворительном состоянии. Знаки установлены согласно требованиям ГОСТ Р 52290 – 2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования» [2].

В темное время суток проезжая часть освещена источниками искусственного света. Вдоль улиц расположены тротуары для пешеходных потоков. Присутствуют ограждения в местах соприкосновения проезжей части с пешеходными путями (тротуарами). Износ разметки на некоторых участках достигает ста процентов. Горизонтальная разметка 1.12 (стоп-линия) в неудовлетворительном состоянии. На пешеходных переходах разметка 1.14.1 (зебра) так же в неудовлетворительном состоянии.

Движение пешеходов осуществляется по регулируемому пешеходному переходу: через ул. Робеспьера с западной стороны. С северо-западной стороны на Т-образном перекрестке через ул. Республики – ул. Робеспьера движение пешеходов не организовано, с целью решения вопросов исключения дополнительной задержки транспортных потоков, осуществляющих поворот



## **1.2 Исследование и анализ интенсивности транспортных потоков и уровня загрузки рассматриваемых участков УДС г. Красноярск**

Интенсивность движения вместе с показателями скорости и аварийности являются основными критериями оценки эффективности организации дорожного движения. Количество происшествий зависит от интенсивности, которая определяет скорости движения автомобилей и закономерности движения транспортных потоков. Для установления характера зависимости от интенсивности и состава движения наблюдения проводят на горизонтальных участках дороги.

Часовая интенсивность движения используется для определения размера и продолжительности интенсивности в периоды часа «пик», для оценки пропускной способности дороги, для решения задач, связанных с регулированием движения. Интенсивность движения в часы «пик» в 1,5 – 2 раза превышает среднечасовую интенсивность и составляет 15 – 20% от среднедневной суточной интенсивности.

Приблизительно 80% движения приходится на период от 8 до 20 ч. В рабочие дни интенсивность движения изменяется незначительно. Заметные изменения интенсивности и состава движения можно наблюдать по выходным, в праздничные дни [9].

Данные об интенсивности движения служат основанием для установки дорожных знаков, сигнальных устройств, для решения вопроса о выделении улиц с односторонним движением, для выбора маршрутов, размещения стоянок, запрета остановок и разворотов транспортных средств. Для исходных данных она используется для обоснования реконструкции существующих дорог и пересечений, а также при проектировании новых автомобильных дорог.

Интенсивность движения – один из основных факторов, влияющих на безопасность движения. Для исходных данных она используется при проектировании новых дорог и для обоснования реконструкции существующих улиц, дорог, пересечений и т.д.

Замеры проводились в будние дни июля 2017 года в периоды наибольшей загрузки (часы «пик») – утром с 8:20, и вечером с 17:50.

Замеры производились в понедельник, среда, пятница, а также в выходные дни суббота и воскресенье.

Методика измерения заключалась в съёмке перекрёстка в течение 15 минут. После видеозапись анализируется, подсчитывалось количество автомобилей по каждому направлению. После подсчетов ТС за 15 минут, умножаем на 4 для приведения в авт./час [8]. Затем из реальной интенсивности получаем приведенные ед./час, путем умножения на соответствующий коэффициенты, представленный в таблице 1.1.

Данные часовой интенсивности ТС представлены в таблицах 1.2 – 1.4.

Таблица 1.1 – Коэффициент приведения к легковому автомобилю

Типы транспортных средств	Коэффициент
легковые автомобили	1
грузовые грузоподъемностью до 2 т	1,5
грузовые грузоподъемностью от 2 до 5 т	2
грузовые грузоподъемностью от 5 до 8 т	2,5
автобусы	2,5
троллейбусы	3
мотоциклы одиночные	0,5

Согласно коэффициентам приведения можно получить показатель интенсивности движения в условных приведенных единицах, ед./час, который можно вычислить по формуле [6]:

$$N_{nn} = \sum_{i=1}^n (N_i \cdot K_{nn}), \quad (1.1)$$

где  $N_i$  – интенсивность движения автомобилей данного типа;

$K_{nn}$  – соответствующие коэффициенты приведения для данной группы автомобилей;

$n$  – число типов автомобилей, на которые разделены данные наблюдений.

В таблицах 1.2 – 1.4 представлено распределение часовой интенсивности движения (авт./час и ед./час) в утренний и вечерний часы «пик» по типам транспортных средств на перекрестке рассматриваемых участков УДС по направлениям движения.

Таблица 1.2 – Протокол изменения интенсивности движения ТС на магистральных улицах ЖД района ул. Копылова, пр. Свободный в утренний и вечерний часы «пик»

Показатели	ул. Копылова		пр. Свободный	
	в центр города	из центра города	в центр города	из центра города
Интенсивность утром	2346	1284	2307	1056
Интенсивность вечером	1672	2243	1575	2960
Уровень загрузки, %	0,77		0,75	



Таблица 1.3 – Протокол измерения интенсивности движения ТС по направлениям на пересечении ул. Робеспьера – ул. Республики – ул. Маерчака – ул. Профсоюзов в утренний час «пик»

Перекресток, перегон	Направление	Интенсивность движения авт./час					Интенсивность движения, прив. ед./час
		легковые	автобусы	Троллейбусы	грузовые	мотоциклы	
Робеспьера-Республики-Маерчака-Профсоюзов	1-3	544	48	5	3	–	604
	1-4	165	32	–	4	–	247
	1-5	800	10	–	5	–	830
	2-3	529	10	1	18	–	563
	2-4	1043	34	–	1	–	1127
	2-5	3	–	–	–	–	3
	3-4	387	43	10	32	–	509
	3-6	365	4	–	8	–	398

Таблица 1.4 – Протокол измерения интенсивности движения ТС по направлениям на пересечении ул. Робеспьера – ул. Республики – ул. Маерчака – ул. Профсоюзов в вечерний час «пик»

Перекресток, перегон	Направление	Интенсивность движения авт./час					Интенсивность движения, прив. ед./час
		легковые	автобусы	троллейбусы	грузовые	мотоциклы	
Робеспьера-Республики-Маерчака-Профсоюзов	1-3	375	44	4	30	1	480
	1-4	118	28	–	12	–	197
	1-5	1012	12	–	2	–	1076
	2-3	204	40	1	11	–	275
	2-4	649	16	–	48	–	704
	2-5	2	–	–	–	1	3
	3-4	523	56	1	24	–	628
	3-5	570	–	–	10	2	586

На рисунке 1.3 представлена картограмма распределения интенсивности движения (ед./час) для рассматриваемого участка УДС.

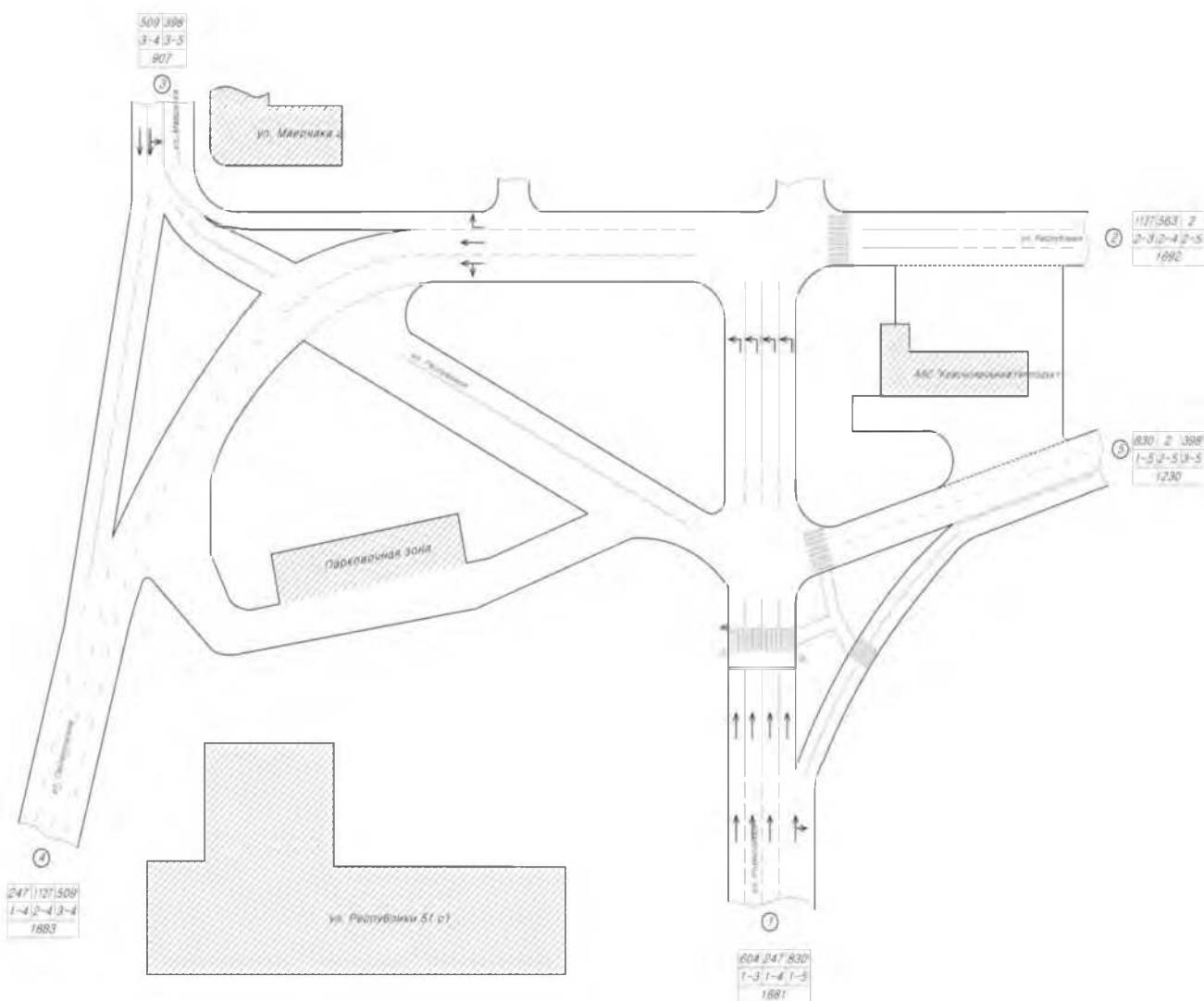


Рисунок 1.3 – Картограмма распределения интенсивности движения (ед./час) на рассматриваемом участке УДС

На основании полученных коэффициентов загрузки следует, что ул. Копылова и пр. Свободный перегружены и необходимо планирование строительства эстакады, которая, в свою очередь, разгрузит существующие путепроводы.

Часовая интенсивность в будничные и выходные дни на участке УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера распределена неравномерно. Данные представлены на рисунке 1.4.

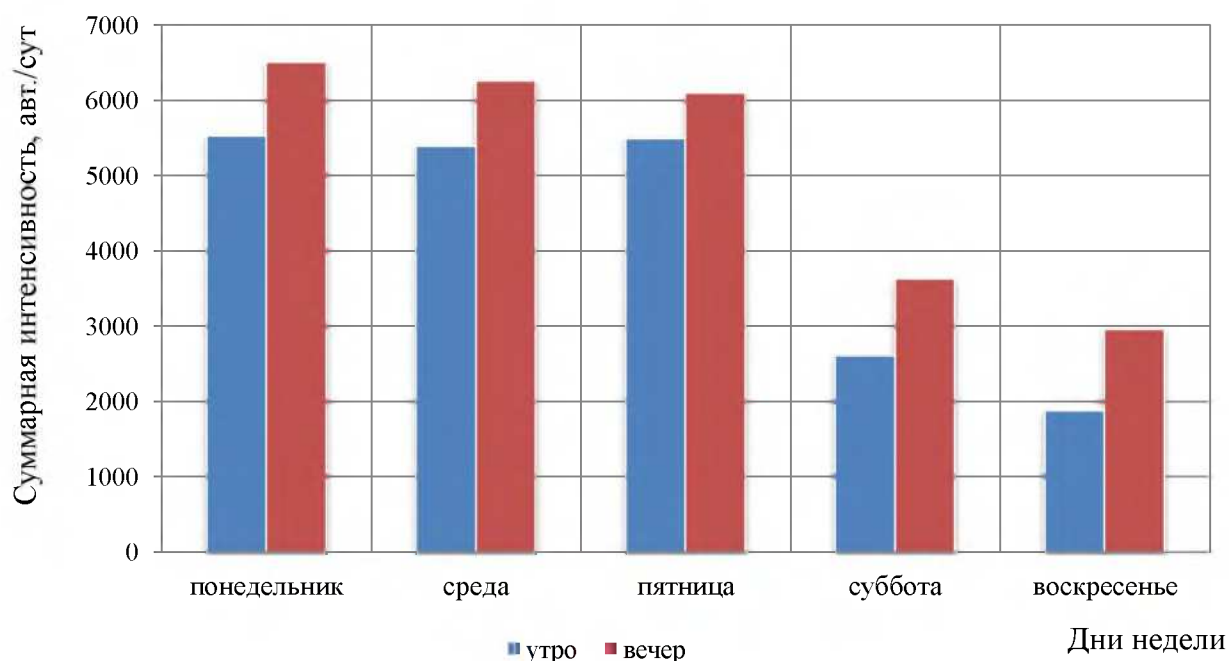


Рисунок 1.4 – Распределение интенсивности по дням недели

Полученные данные исследования интенсивности и состава транспортных потоков показали высокую интенсивность движения и плотность транспортных потоков по ул. Маерчака и ул. Республики.

При интенсивности, указанной в Таблице 1.2, в период вечернего и утреннего часа «пик» на ул. Копылова и пр. Свободный возникают значительные заторовые ситуации, что приводит к снижению пропускной способности.

На основании рассчитанных коэффициентов загрузки следует, что ул. Копылова и пр. Свободный перегружены, необходимо разработать проект эстакады, которая в последствии разгрузит существующие путепроводы.

В данной работе предлагается вариант путепровода соединяющего ул. Новосибирская и рассматриваемый участок УДС, согласно генерального плана города Красноярска утвержденного решением Красноярского городского совета депутатов от 21.11.2016 № В – 190 [7].

Проведем анализ состава транспортного потока на пересечениях ул. Маерчака, ул. Профсоюзов, ул. Республики, ул. Робеспьера.

Состав транспортного потока характеризуется соотношением в нем транспортных средств различного типа.

На рисунке 1.5 представлено процентное соотношение транспортных средств различного типа на рассматриваемых участках УДС.

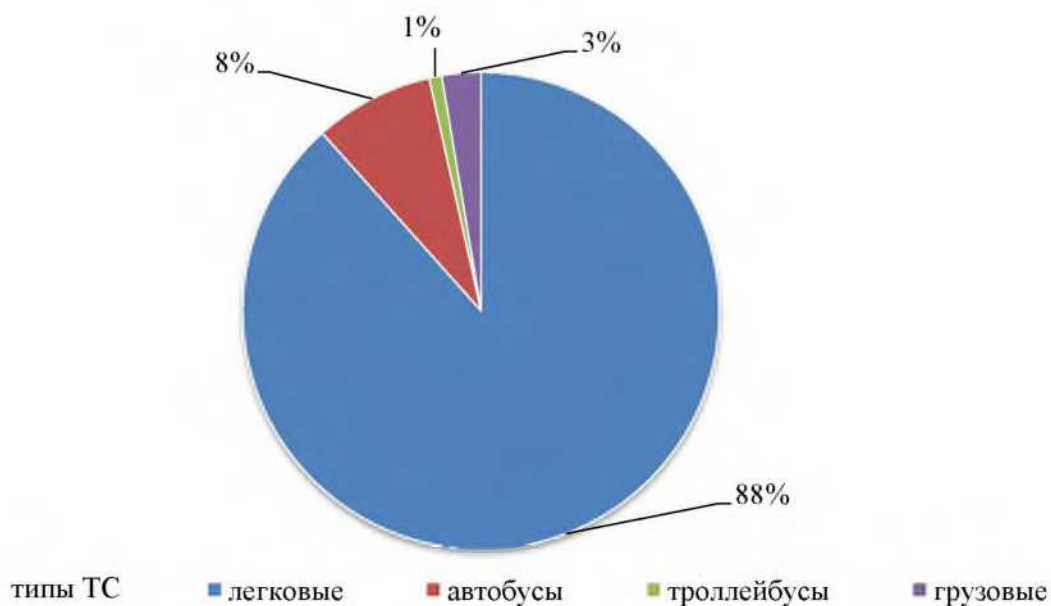


Рисунок 1.5 – Процентное соотношение транспортных средств

Из рисунка 1.5 видно, что поток преимущественно состоит из легковых автомобилей (88%).

Полученные данные исследования интенсивности и состава транспортных потоков показали высокую интенсивность движения и плотность транспортных потоков по ул. Маерчака и ул. Республики. Существующая организация дорожного движения (ОДД) справляется с интенсивностью транспортных потоков, однако, если количество ТС увеличится, а также если запустить по проектируемой эстакаде транспортный поток с ул. Новосибирской, то интенсивность движения увеличится, что приведёт к созданию заторовых ситуаций.

Оценка заторовых ситуаций на участке УДС может быть произведена по данным сервиса «ЯНДЕКС – пробки». Заторовые ситуации в вечерние часы «пик» на участке УДС представлены в Приложении Б.

На основании данных сервиса «ЯНДЕКС – пробки» (см. Приложение Б) можно сделать вывод, что на рассматриваемых участках УДС Железнодорожного района в часы «пик» возникают 6–7 балльные пробки, характеризующие значительную загруженность некоторых участков УДС ул. Маерчака – ул. Республики.

Жёлтый цвет показывает, что средняя скорость движения по данным улицам равна 25 км/ч, зелёный цвет – 40 км/ч. Для оценки максимально возможного числа автомобилей необходимо предусмотреть условия для безопасного движения. При анализе пропускной способности необходимо учитывать уровень обслуживания, предоставляемый пользователям дороги.

Под уровнем обслуживания подразумевается качественная характеристика, которая отражает такие совокупные факторы, как скорость движения, время поездки, свободу маневрирования, безопасность и удобство управления автомобилем.

Все эти качественные показатели изменяются как функция отношения интенсивности движения к пропускной способности дороги, которое называется коэффициентом загрузки дороги транспортным потоком [12]:

$$z = N_{\phi} / P_{\phi}, \quad (1.2)$$

где  $N_{\phi}$  – существующая интенсивность движения;

$P_{\phi}$  – пропускная способность дороги.

Для определения пропускной способности проезжей части улицы в целом, служит формула:

$$P_{\phi} = P_{max} \cdot \xi, \quad (1.3)$$

где  $P_{max}$  – максимальная пропускная способность проезжей части, авт./час;

$\xi$  – коэффициент многополосности.

В соответствии со СНИП II-60-75 коэффициент многополосности  $\xi$  принимается в зависимости от числа полос движения в одном направлении: одна – 1; две – 1,9; три – 2,7; четыре – 3,5.

В общем виде, пропускная способность одной полосы проезжей части имеет вид [12]:

$$P_{max} = 1000 v / L, \quad (1.4)$$

или

$$P_{max} = 3600 / t. \quad (1.5)$$

где  $v$  – скорость, км/ч;

$L$  – динамический габарит, м;

$t$  – интервал между проходами автомобилей, с.

Динамический габарит при скорости 40 км/ч для легковых автомобилей равен 30 – 35 метров.

$$P_{max} = 1000 \cdot 40 / 35 = 1142 \text{ авт./час.}$$

$$P_{\phi} = 1142 \cdot 1,9 = 2169$$

Но так как в обратном направлении тоже две полосы движения, то:

$$P_{\phi} = 2169 \cdot 2 = 4338$$

В результате расчетов пропускная способность одной полосы проезжей части составляет 1142 прив. ед./час, а пропускная способность проезжей части улицы в целом составляет 4338 прив. ед./час.

$$Z=3050 / 4338=0,73$$

Для обеспечения бесперебойного движения необходим резерв пропускной способности, поэтому принято считать допустимым значение  $z \leq 0,85$ . Если значение коэффициента загрузки выше, данный участок следует считать перегруженным (см. Таблица 1.5). Высокая нагрузка на УДС приводит и к росту аварийности.

Таблица 1.5 – Уровни загрузки движения и их характеристика [12]

Уровень удобства движения	$z$	Характеристика потока автомобилей	Состояние потока	Эмоциональная нагрузка водителя	Удобство работы водителя	Экономическая эффективность работы дороги
А	$<0,2$	Автомобили движутся в свободных условиях, взаимодействие между автомобилями отсутствует	Свободное	Низкая	Удобно	Неэффективна
Б	$0,2-0,45$	Автомобили движутся группами, совершается много обгонов	Частично связанное	Нормально	Мало удобно	Мало эффективная
В	$0,45-0,7$	В потоке еще существуют большие интервалы между автомобилями, обгоны затруднены	Связанное	Высокая	Неудобно	Эффективная
Г-а	$0,7-1$	Сплошной поток автомобилей, движутся с малыми скоростями	Насыщенное	Очень высокая	Очень неудобно	Неэффективна
Г-б	$\leq 1$	Поток движется с остановкой, возникают заторы	Плотное насыщение	То же	То же	То же

Полученный коэффициент уровня загрузки (0,73) относится к Г–а.

Это говорит о том, что сплошной поток автомобилей движется с малыми скоростями, то есть поток насыщен, что негативно сказывается на эмоциональном состоянии водителя, а также данные значения говорят об экономической неэффективности работы УДС, пропускная способность не соответствует интенсивности движения транспортных потоков на участке магистральной ул. Маерчака – ул. Профсоюзов и ул. Республики в местах их пересечения.

Следовательно, требуется разгрузить ул. Копылова и пр. Свободный за счет создания эстакады с организуемым движением с ул. Маерчака на ул. Новосибирская.

Для того чтобы представить ситуацию на рассматриваемых улицах произведем моделирование транспортных потоков с помощью программы PTV Vision® VISSIM, которое будет представлено в разделе 2.

### **1.3 Анализ состояния аварийности на участках УДС г. Красноярск ул. Маерчака, ул. Профсоюзов, ул. Республики, ул. Робеспьера**

Проблема аварийности в г. Красноярске на автотранспорте осложнилась в последнее десятилетие в связи с несоответствием существующей дорожно-транспортной инфраструктуры потребностям общества и государства в безопасном дорожном движении, недостаточной эффективностью функционирования системы обеспечения безопасности дорожного движения, крайне низкой дисциплиной участников дорожного движения. Не отвечают установленным требованиям и техническое состояние большинства автомобильных дорог.

Эффективность и качество управленческих решений в области обеспечения безопасности дорожного движения находятся в прямой зависимости от глубины и полноты анализа данных о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП), от выявления объективной картины причин и условий их возникновения.

Для успешной борьбы с аварийностью необходимо знать причинно-следственные факторы возникновения ДТП, которые сгруппированы следующим образом:

- 1 водители (превышение скорости, нарушение правил обгона, нарушение требований сигналов);
- 2 велосипедисты (несоблюдение очередности проезда, внезапный выезд на проезжую часть и др.);
- 3 пешеходы (переход в неустановленном месте, ходьба вдоль проезжей части);
- 4 пассажиры (вход и выход во время движения);
- 5 дороги (скользкое покрытие, неудовлетворительное состояние дорожного полотна).

В целом на территории города Красноярска за 2016 год зарегистрировано 1828 ДТП различного рода, в которых 58 человек погибли и 2163 получили ранения, за 2017 год произошло 1489 ДТП, в которых 64 человека погибли и 1691 получили ранения.

Сведения, представленные в данном разделе, отражают статистику, и возможные причины возникновения ДТП по городу Красноярску, его районам, улицам.

Данные о состоянии аварийности г. Красноярска за период с 2013 по 2017 год приведены в таблице 1.6. На рисунках 1.6 – 1.7 изображена зависимость распределения количества ДТП по районам, а затем по улицам.

Таблица 1.6 – Количество ДТП в г. Красноярске за период с 2013 по 2017 год

Район	Количество ДТП				
	год				
	2013	2014	2015	2016	2017
Железнодорожный	162	164	181	134	151
Кировский	233	235	197	180	146
Ленинский	279	244	239	227	195
Октябрьский	287	279	267	272	232
Свердловский	244	227	220	196	145
Советский	623	516	522	478	397
Центральный	314	266	278	279	223

Распределения количества ДТП по районам в городе Красноярске за выбранный период представлено на рисунке 1.6.

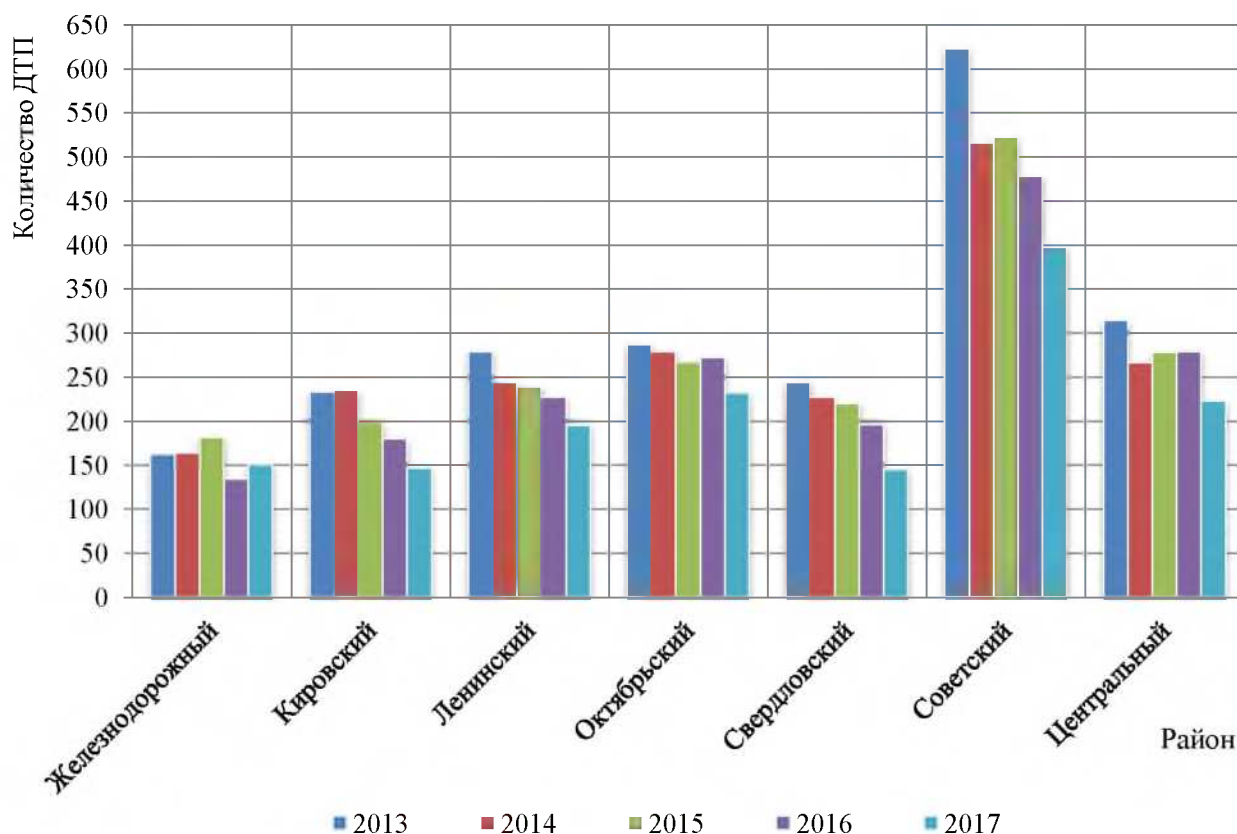


Рисунок 1.6 – Распределение количества ДТП по районам г. Красноярска

По представленным данным в таблице 1.6 и рисунку 1.6 видно, что 2013 и 2015 года самые аварийные, по сравнению с остальными. В Советском районе происходит наибольшее количество ДТП с высокой тяжестью их последствий. Это обусловлено тем, что данный район обладает большими площадями, с его инфраструктурами и развязками дорог.



Октябрьский район также занимают высокое место по аварийности, это связано с тем, что среди 7 районов города Октябрьский район занимает второе место по величине территории и численности населения.

Железнодорожный район, сравнивая с остальными, занимает последнее место по происшествиям, это связано с тем, что он относится к промышленному району, так как большую часть площади занимают 16 промышленных предприятий, 11 строительных организаций, 14 предприятий транспорта, семь автозаправочных станций, четыре проектных и научных учреждения, медицинских, предприятий общественного питания и т.д. На рисунке 1.6 видно, что уровень ДТП в 2017 году по сравнению с прошлыми годами упал на 11,68 %. За счет загруженности УДС уменьшается пропускная способность перекрестков, скорость движения автомобилей падает, следовательно, уменьшается количество ДТП с тяжелыми и летальными последствиями.

Перейдем непосредственно к анализу аварийности, выбранных магистральных улиц Железнодорожного района города Красноярска для данной выпускной квалификационной работы.

Проведем анализ аварийности по улицам за период с 2013 по 2017 годы представленный в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Количество ДТП на улицах Железнодорожного района

Улица	Год					
	2013	2014	2015	2016	2017	Всего
Республики	6	11	7	10	8	42
Робеспьера	5	3	1	2	4	15
Маерчака	13	7	10	5	9	44
Профсоюзов	2	3	3	6	4	18
Новосибирская	1	1	2	1	2	7

Для более наглядного представления информация распределения ДТП по выбранным улицам представлена на рисунке 1.7.

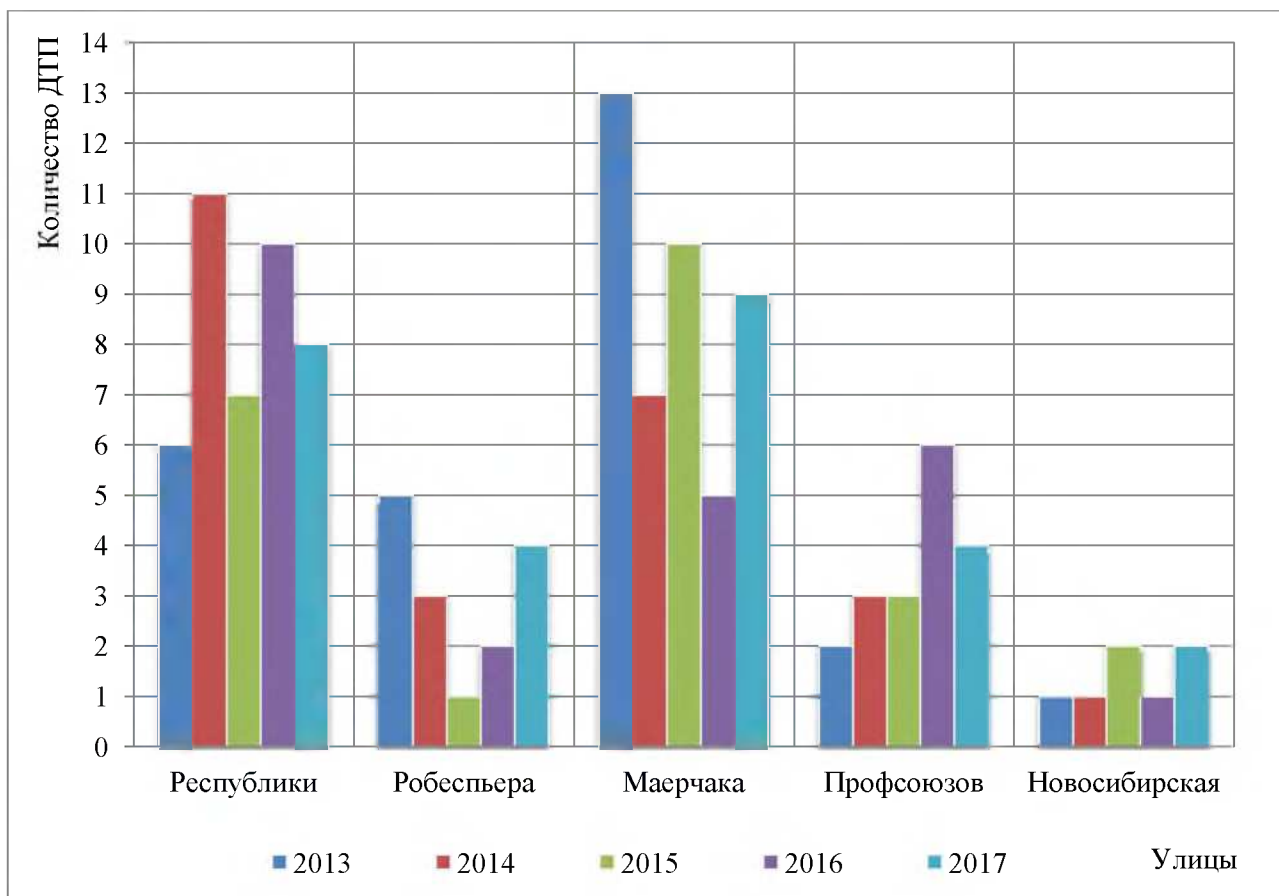


Рисунок 1.7 – Распределение количества ДТП по улицам Железнодорожного района за 2013 – 2017 г.

На первом месте по количеству произошедших ДТП ул. Маерчака, далее ул. Республики и наименьшее количество на ул. Новосибирской.

Основной причиной данных ДТП является сложная схема УДС, которая требует реорганизации в части изменения схемы движения, числа полос, перерасчет светофорных циклов, организации пешеходных переходов, создание парковочных мест вне зоны перекрестков. Установка вдоль проезжих частей ограждений в целях предотвращения несанкционированного выхода пешеходами на проезжую часть в неположенном месте, тем самым нарушая ПДД.

Анализ данных о ДТП играет важную роль, для обеспечения безопасности дорожного движения, а также совершенствования организации дорожного движения.

## Выводы:

На основании произведенного анализа существующей организации движения на рассматриваемом участке УДС, интенсивности движения, аварийности выявлено:

1 на ул. Маерчака, ул. Республики в сторону Центрального района наблюдается интенсивное движение транспортных средств, которое вызывает конфликтные ситуации и задержки (высокий коэффициент загрузки 0,73), особенно в утренние и вечерние часы «пик» (см. Приложение Б);

2 на основании анализа интенсивности движения выявлено, что основной проблемой пересечения ул. Робеспьера – ул. Республики является высокая интенсивность транспортных средств (1681 прив.ед./час), а также высокий поток автомобилей, движущихся с центра на ул. Профсоюзов (1883 прив.ед./час) (см. Приложение Б);

3 на основании статистического анализа распределения ДТП на период 2013 – 2017 г., обращаясь к таблице 1.10, видно, что наибольшее количество ДТП на ул. Маерчака, далее ул. Республики. Обусловлено это высокой интенсивностью движения по главному направлению и многополосной проезжей частью (4 полосы).

Для решения данных проблем (на основании выбора методов организации движения) необходимо разработать мероприятия по совершенствованию схем и организации движения на рассматриваемых участках УДС, в частности:

1 изменение схемы дорожного движения, строительство эстакады;

2 изменения числа полос, расширение имеющихся;

3 создание парковочных мест вне зоны перекрестков;

установка вдоль проезжих частей ограждений для ликвидации нарушения пешеходами правил ПДД с различной тяжестью последствий;

4 расчет цикла светофорного регулирования на Т-образном перекрестке ул. Робеспьера – ул. Республики;

5 предложение варианта строительства эстакады и организации движения на данных участках.

## **2 Организационно-техническая часть**

### **2.1 Обзор и анализ методов организации движения, вариантов совершенствования схем организации и безопасности движения**

В течение десятилетий рост автомобилизации ставил задачу создания новых методов организации движения. За все это время у человечества накопился опыт в области обеспечения безопасности, эффективности и удобства дорожного движения в городах и на автомобильных дорогах различными методами с применением соответствующих технических средств.

Условно выделяют семь наиболее значимых методически направлений организации дорожного движения:

1 разделение движения в пространстве (маршрутизация перевозок, канализированное движения на перекрестках и перегонах, развязка движения в разных уровнях, введение одностороннего движения);

2 разделение движения во времени (распределение перевозок во времени, установление приоритета на перекрестках, светофорное регулирование на пересечениях);

3 формирование однородных транспортных потоков (выделение улиц пассажирского движения, создание улиц грузового движения, выделение транзитного движения, специализация полос на проезжей части);

4 оптимизация скоростного режима (ограничение и контроль скоростного режима, меры по повышению скоростного режима, мероприятия по «успокоению движения», зональные ограничения скорости);

5 организация пешеходного движения (устройство пешеходных путей вдоль дорог, оборудование пешеходных переходов, создание пешеходных и жилых зон, организация движения на постоянных пешеходных маршрутах);

6 организация временных стоянок (организация около тротуарных стоянок, организация внеуличных стоянок, организация задерживающих стоянок, информация и контроль стояночного режима);

7 внедрение АСУД (математическая формализация УДС, разработка алгоритмов управления дорожным движением, разработка комплекса управляющих бездействий, аппаратное обеспечение системы АСУД).

Рассмотрев возможные методы совершенствования ОДД можно выбрать следующие методы, применительно к участкам УДС, в данной бакалаврской работе:

1 создание дополнительной полосы на ул. Республики в сторону центра. Данная полоса позволяет исключить задержки, создаваемые автомобилями, движущимися с ул. Маерчака, для основного потока, который движется с эстакады. Также при введении данной полосы потребуются перенос ограждений АЗС [17];

2 установка вдоль проезжей части пешеходных ограждений на всем участке УДС. Такое ограждение исключит появление пешеходов на проезжей части, которые создают аварийные ситуации на дороге;

3 изменение цикла светофорного регулирования на пересечениях ул. Робеспьера – ул. Республики. На данном пересечении будет введен основной поток, спускающийся с эстакады. Исходя из этого, следует рассмотреть необходимость изменения светофорного цикла;

4 в связи с новой организацией движения, введения эстакады с ул. Новосибирская на ул. Маерчака, ул. Профсоюзов, ул. Республики, ул. Робеспьера необходима расстановка дополнительных информационных, предписывающих и других дорожных знаков;

5 организация правоповоротных шлюзов для заезда и съезда на эстакаду;

6 организация парковочных мест под организуемым путепроводом. По ходу движения с ул. Маерчака по ул. Профсоюзов, справа расположена нерентабельная заправка «25 часов». Снос данной заправки, позволит организовать наиболее предпочтительную и безопасную парковочную стоянку, взамен текущей (неорганизованной) на стыке двух данных улиц.

Рассматриваемые мероприятия наиболее подходят для организации движения пешеходных и транспортных потоков на участках УДС Железнодорожного района г. Красноярска ул. Профсоюзов – ул. Маерчака – ул. Робеспьера – ул. Республики. Реализация данных мероприятий в совокупности со строительством нового путепровода позволит уменьшить транспортные потоки по ул. Копылова и пр. Свободный на 30% и 20% соответственно.

## **2.2 Методика прогнозирования транспортных потоков на рассматриваемом участке УДС г. Красноярска**

Целью прогнозирования интенсивности движения по автомобильным дорогам является определение интенсивности движения, ожидаемой в перспективе для получения данных, необходимых при проектировании автомобильных дорог, строительстве новых и реконструкции существующих дорог, расчета дорожной конструкции и развития дорожной сети.

В настоящее время разработано много методов прогнозирования интенсивности движения на автомобильных дорогах. Имеются методы, предназначенные для прогнозирования интенсивности движения как на отдельных, конкретных дорогах, так и на сети автомобильных дорог. При этом методы прогноза основываются на учете различных факторов, которые оказывают существенное влияние на интенсивность движения автотранспорта.

Согласно «Руководства по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах» [10] при разработке технико-экономических обоснований реконструкции отдельных автомобильных дорог или сооружений на них можно использовать метод прогнозирования интенсивности движения – метод экстраполяции.

В этом случае прогнозирование интенсивности движения следует выполнять по формулам [10]:

при прогнозировании интенсивности движения в первые 6 лет эксплуатации:

$$N_t = N_o \cdot (1 + B)^{t-6}, \quad (2.1)$$

при прогнозировании интенсивности движения после 6 лет эксплуатации:

$$N_t = (N_o \cdot (1 + B_k)^6) \cdot (1 + B)^{t-6}, \quad (2.2)$$

где  $N_t$  – прогнозируемая интенсивность движения в  $t$  – год, авт./час;

$N_o$  – исходная интенсивность движения, авт./час;

$B$  – среднегодовой прирост интенсивности движения.

Причем, показатель  $B_k = 0,076$  (т.е. прирост на 7,6 % ежегодно) принимаем исходя из среднестатистического прироста количества автотранспорта в городе Красноярске за период 6 лет.

Показатель  $B = 0,02$  (т.е. прирост на 2 % ежегодно) принимаем исходя из среднестатистического роста населения г. Красноярска.

На основании существующей интенсивности на рассматриваемом участке УДС г. Красноярска необходимо определить прогнозируемую интенсивность транспортных потоков.

$$N_t = (1681 \cdot (1 + 0,076)^6) \cdot (1 + 0,02)^{1-6} = 1807 \text{ авт./час.}$$

Прогнозируемая интенсивность движения на пересечениях ул. Робеспьера – ул. Республики (в приведенных единицах) представлена в таблице 2.1.

Прогнозируемая интенсивность движения на путепроводах ул. Копылова и пр. Свободный (в приведенных единицах в час) представлена далее в таблице 2.11.

Таблица 2.1 – Значения прогнозируемой интенсивности на пересечении ул. Робеспьера – ул. Республики – ул. Маерчака – ул. Профсоюзов

№	Год	Прогнозируемая интенсивность движения, прив. ед./час				Суммарная расчетная интенсивность движения, прив. ед./час
		ул. Робеспьера	ул. Республики	ул. Маерчака	ул. Профсоюзов	
1	2017	1807	2733	2451	2024	9015
2	2018	1942	2937	2635	2175	9689
3	2019	2087	3157	2831	2337	10412
4	2020	2242	3392	3043	2512	11189
5	2021	2410	3646	3270	2700	12026
6	2022	2590	3918	3514	2901	12923
7	2023	2642	3996	3585	2959	13182
8	2024	2695	4076	3656	3018	13445
9	2025	2748	4158	3729	3079	13714
10	2026	2803	4241	3804	3140	13988
11	2027	2860	4326	3880	3203	14269
12	2028	2917	4412	3958	3267	14554
13	2029	2975	4501	4037	3333	14846
14	2030	3035	4591	4118	3399	15143
15	2031	3095	4682	4200	3467	15444
16	2032	3157	4776	4284	3537	15754
17	2033	3220	4872	4370	3607	16069
18	2034	3285	4969	4457	3679	16390
19	2035	3350	5068	4546	3753	16717
20	2036	3417	5170	4637	3828	17052

На основе данных расчетов можно сделать вывод о суммарной перспективной интенсивности движения на рассматриваемом участке по годам:

- 1 существующая – 9015 прив.ед./час;
- 2 перспектива на 5 лет – 12026 прив.ед./час;
- 3 перспектива на 10 лет – 13988 прив.ед./час;
- 4 перспектива на 20 лет – 17052 прив.ед./час.

Анализ интенсивности и методика её прогнозирования необходим для последующего перерасчета и нового расчета длительности циклов светофорного регулирования, представленного в пункте 2.3.

## 2.3 Методика расчета длительности цикла и его элементов

Согласно ГОСТ Р 52289 – 2004 [2] светофорное регулирование на автомобильных дорогах рекомендуется применять при наличии хотя бы одного из четырех условий. На данном участке УДС применительно второе условие, а именно: на пересечении автомобильных дорог в одном уровне совершено не менее трех дорожно – транспортных происшествий за последние 12 месяцев, которые могли быть предотвращены при наличии светофорной сигнализации, а также интенсивность движения транспортных средств пересекающихся направлений в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели составляет не менее 600 ед./час, а интенсивность движения пешеходов, пересекающих проезжую часть этой же дороги в одном, наиболее загруженном, направлении в то же время составляет не менее 100 пеш./час.

Светофоры рекомендуется располагать, чтобы обеспечивалась наилучшая видимость их сигналов участникам дорожного движения. Рекомендуемая высота установки светофоров от нижнего края корпуса до поверхности проезжей части должна составлять от 2 до 3 метров. Светофоры рекомендуются устанавливать на расстоянии 0,5 до 2,0 м от края проезжей части при установке их сбоку и не менее 4 м от края проезжей части при установке над проезжей частью [8].

Определение длительности цикла и его основных тактов регулирования основано на сопоставлении фактической интенсивности движения на подходах к перекрестку и пропускной способности (потокам насыщения) этих подходов. Поэтому эти параметры следует рассматривать в качестве основных исходных данных расчета.

Как интенсивность, так и потоки насыщения рассматриваются для каждого направления движения данной фазы. Следовательно, расчету режима регулирования должно предшествовать формирование схемы организации движения на перекрестке (проект пофазного разъезда транспортных средств).

Число фаз регулирования определяет количество основных и промежуточных тактов. Основной такт является частью цикла регулирования, пропорциональный фазовому коэффициенту, расчетное значение которого соответствует максимальному отношению интенсивности к потоку насыщения для различных подходов к перекрестку в данной фазе. Промежуточный такт, учитывая его назначение, мало зависит от интенсивности движения, а определяется планировочной характеристикой перекрестка и скоростью движения транспортных средств в его зоне.

Данные о промежуточных тактах (утраченном времени) и расчетных фазовых коэффициентах лежат в основе расчета длительности цикла регулирования, которая может быть скорректирована с учетом требований пешеходного или трамвайного движения.

Завершающим этапом является построение графиков режима работы светофорной сигнализации, на которых отражаются длительность и порядок чередования сигналов [8].



Для определения потока насыщения на проектируемом перекрестке применяется приближенный эмпирический метод. Для случая движения в прямом направлении по улице или дороге без продольных уклонов и разметки поток насыщения можно определить по формуле (2.3), ед./час:

$$M_n = 525 \cdot B, \quad (2.3)$$

где  $M_n$  – поток насыщения в приведенных автомобилях, ед./час;

$B$  – ширина проезжей части дороги в данном направлении движения, м.

Формула 2.3 справедлива при ширине проезжей части от 5,4 до 18 м.

Если поток насыщения на перекрестке определяется для выделенного поворотного маневра (налево или направо) то для одnorядного поворотного движения, ед./час:

для одnorядного движения:

$$M_{nj} = \frac{1800}{1 + 1.525/R}, \quad (2.4)$$

для двухрядного:

$$M_{nj} = \frac{3000}{1 + 1.525/R}, \quad (2.5)$$

где  $R$  – радиус поворота, м.

Если для выполнения поворотных маневров на перекрестке нельзя выделить отдельную полосу, то поток насыщения уменьшается, так как поворачивающие автомобили задерживают основной поток, движущийся в прямом направлении. Приближенная оценка потока насыщения осуществляется в предположении, что каждый автомобиль, поворачивающий налево с общей полосы движения эквивалентен 1,75 автомобиля, движущегося в прямом направлении, а поворачивающий направо – 1,25 автомобиля прямого направления [8].

В этом случае поток насыщения определяется по формуле (2.6), ед./час:

$$M_{H_{ij}} = 525 \cdot B_{пч} \cdot \frac{100}{a + 1,75 \cdot b + 1,25 \cdot c}, \quad (2.6)$$

где  $M_{H_{ij}}$  – поток насыщения, ед./ч;

$B_{пч}$  – ширина проезжей части в данном направлении данной фазы, м;

$a$ ,  $b$  и  $c$  – интенсивность движения транспортных средств соответственно прямо, налево и направо в процентах общей интенсивности в рассматриваемом направлении данной фазы регулирования.

Фазовые коэффициенты определяют для каждого из направлений движения на перекрестке в данной фазе регулирования (2.7):

$$Y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{nij}}, \quad (2.7)$$

где  $Y_{ij}$  – фазовый коэффициент данного направления;

$N_{ij}$  и  $M_{nij}$  – соответственно интенсивность движения для рассматриваемого периода суток и поток насыщения в данном направлении данной фазы регулирования, ед./час.

В соответствии с назначением промежуточного такта его длительность должна быть такой, чтобы автомобиль, подходящий к перекрестку на зеленый сигнал со скоростью свободного движения, при смене сигнала с зеленого на желтый смог либо остановиться у стоп – линии, либо успеть освободить перекресток (миновать конфликтные точки пересечения с автомобилями, начинающими движение в следующей фазе) [8].

Остановиться у стоп – линии автомобиль сможет только в том случае, если расстояние от него до стоп – линии на проезжей части будет равно или больше остановочного пути. С учетом этого предположения о постоянном замедлении при торможении автомобиля перед стоп – линией формулу для определения длительности промежуточного такта можно представить в следующем виде (2.8), с:

$$t_{III} = \frac{V_a}{7,2 \cdot a_T} + \frac{3,6 \cdot (l_i + l_a)}{V_a}, \quad (2.8)$$

где  $V_a$  – средняя скорость ТС при движении на подходе к перекрестку и в зоне перекрестка без торможения (с ходу),  $V_a=40$  км/ч;

$a_T$  – среднее замедление ТС при включении запрещающего сигнала (для практических расчетов  $a_T = 3$  м/с<sup>2</sup>;

$l_i$  – расстояние до самой дальней конфликтной точки, м;

$l_a$  – длина ТС, наиболее часто встречающегося в потоке, м.

Оптимальная длительность цикла регулирования, обеспечивающая минимум средней задержки автомобиля у перекрестка, определяется по формуле (2.9), с

$$T_{ц} = \frac{1,5 \cdot T_{II} + 5}{1 - Y}, \quad (2.9)$$

где  $T_{ц}$  – оптимальная длительность, с;

$T_n$  – суммарное потерянное время на перекрестке, с;  
 $Y$  – суммарный фазовый коэффициент, характеризующий загрузку перекрестка.

Суммарный фазовый коэффициент определяется по формуле (2.10)

$$Y = \sum y_i, \quad (2.10)$$

Длительность основного такта в  $i$ -ой фазе регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту этой фазы. Поэтому, если сумма основных тактов равна  $T_{ц} - T_n$ , то (2.11), с:

$$t_{oi} = \frac{(T_{ц} - T_n) \cdot y_i}{Y}, \quad (2.11)$$

По соображениям безопасности движения  $t_{oi}$  обычно принимают не менее 7 с. В противном случае повышается вероятность цепных ДТП при разезде очереди на разрешающий сигнал светофора [8].

Время, необходимое для пропуска пешеходов по какому – то определенному направлению  $t_{пш}$ , рассчитывают по эмпирической формуле, получившей широкое распространение в мировой практике и учитывающий суммарные затраты времени на пропуск пешеходов, с:

$$t_{пш} = 5 + \frac{B_{пш}}{V_{пш}}, \quad (2.12)$$

где  $B_{пш}$  – ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами в  $i$ -ой фазе регулирования, м;

$V_{пш}$  – расчетная скорость движения пешеходов,  $V_{пш} = 1,3$  м/с.

Скорректированную длительность определяют по формуле (2.13), с:

$$T_{ц*} = \frac{B}{2A} + \sqrt{\frac{B^2}{4A^2} - \frac{C}{A}}, \quad (2.13)$$

где  $A = 1 - y_n$ ;

$$B = 2,5 \cdot T_n - T_n \cdot y_n + T_{co} + 5;$$

$$C = (T_n + T_{co}) \cdot (1,5 \cdot T_n + 5).$$

Зная скорректированное значение цикла регулирования  $T_{ц*}$ , можно определить новую длительность основных тактов.

Поток насыщения по ул. Робеспьера с южной стороны на северную, при  $B_{пч} = 14$  м.

$$M_{н1} = 525 \cdot 14 \cdot \frac{100}{100 \cdot 1,75} = 4199 \text{ ед./час.}$$

Поток насыщения по ул. Республики с восточной стороны на западную, при  $B_{ПЧ} = 10 \text{ м.}$

$$M_{н1} = 525 \cdot 10 \cdot \frac{100}{100 \cdot 1} = 5250 \text{ ед./час.}$$

За расчетный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициент  $y_i$  принимается наибольшее значение  $y_{ij}$  в данной фазе.

Фазовый коэффициент для каждого направления, при  $N_1 = 851 \text{ ед./час,}$   
 $N_2 = 1692 \text{ ед./час}$

$$y_1 = \frac{851}{4199} = 0,202$$

$$y_2 = \frac{1692}{5250} = 0,32$$

В данной фазе за расчетный принимаем коэффициент  $y_2$ .

Определяем длительность промежуточного такта по формуле 2.8:

$$t_{n1} = \frac{40}{7,2 \cdot 3} + \frac{3,6(6+4)}{40} = 2,75 \approx 3 \text{ с.}$$

$$t_{n1} = \frac{40}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(6+4,5)}{40} = 2,89 \approx 3 \text{ с.}$$

Сумма промежуточных тактов определяется по формуле 2.10:

$$\sum t_n = 3 + 3 = 6 \text{ с.}$$

Суммарный фазовый коэффициент определяется по формуле 2.10:

$$Y = 0,202 + 0,32 = 0,522$$

Длительность цикла регулирования определяется по формуле 2.9:

$$T_{ц} = \frac{1,5 \cdot 6 + 5}{1 - 0,522} \approx 50 \text{ с.}$$

Длительность основного такта в  $i$ -ой фазе регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту этой фазы. Поэтому, если сумма основных тактов равна  $T_{ц} - T_{п}$ , то определяем по формуле 2.11:

$$t_{o1} = \frac{(50-6) \cdot 0,202}{0,522} = 15 \text{ с.}$$

$$t_{o2} = \frac{(50-6) \cdot 0,32}{0,522} = 29 \text{ с.}$$

Проверяем расчетную длительность основных тактов на обеспечение ими пропуска пешеходов в соответствующих направлениях по формуле 2.12:

Если какие – либо значения  $t_{пш}$  окажутся больше рассчитанной длительности соответствующих основных тактов и эта разница незначительна (4-5 с), то  $t_{oi}$  нужно увеличить до  $t_{пш}$  и соответственно длительность цикла.

$$t_{пш1} = 5 + \frac{10}{1,3} = 13 \text{ с.}$$

$$t_{пш2} = 5 + \frac{14}{1,3} = 16 \text{ с.}$$

Значения  $t_{пш}$  оказались меньше рассчитанной длительности соответствующих основных тактов.

На рисунке 2.1 представлена существующая структура светофорного цикла регулирования на участке УДС ул. Робеспьера.

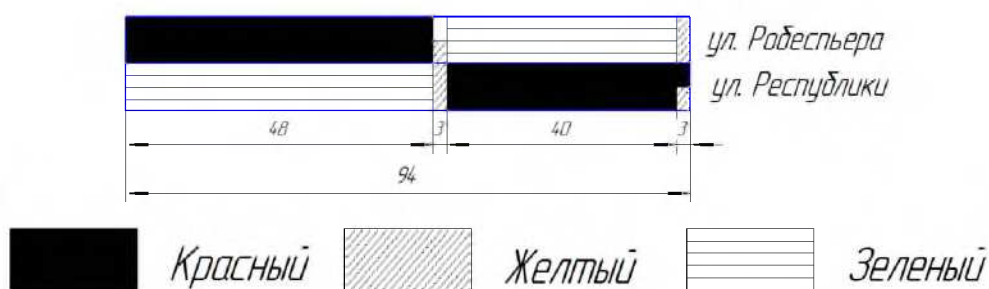


Рисунок 2.1 – Существующий цикл регулирования на ул. Робеспьера

Структура светофорного цикла регулирования на рассматриваемом пересечении ул. Республики – ул. Робеспьера представлена на рисунке 2.2.

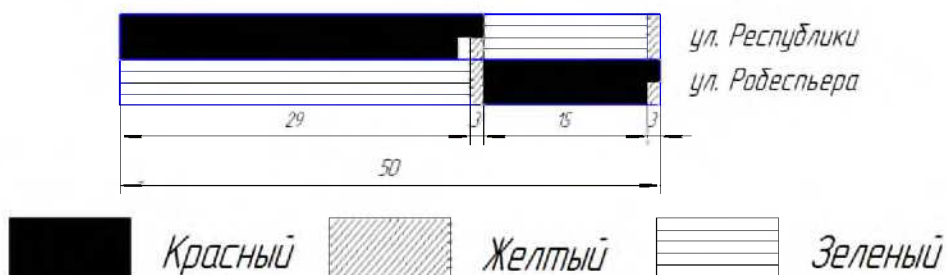


Рисунок 2.2 – Проектируемый цикл светофорного регулирования на пересечении ул. Республики – ул. Робеспьера

Введение светофорного регулирования, позволит упорядочить движение транспортных и пешеходных потоков, для обеспечения безопасности движения.

## **2.4 Проект организации движения в разных уровнях на участке ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики**

Пересечения в разных уровнях требует устройства дорогостоящих инженерных сооружений (тоннелей, путепроводов, эстакад и т.д.).

Также требуется учесть, что полные транспортные развязки требуют для своего размещения больших площадей, найти которые в городе, особенно в условиях сложившейся застройки, затруднительно.

На основании вышеизложенных пунктов в данной работе предлагается создание эстакады ул. Новосибирская – ул. Маерчака.

При устройстве пересечений в разных уровнях достигаются следующие преимущества:

1 устройство путепровода через одну из пересекающихся дорог позволяет легко пропустить потоки движения по обеим дорогам в прямом и обратном направлениях без снижения скорости из – за помех от поворачивающих потоков;

2 обеспечивается более четкая организация движения пересекающихся транспортных потоков по сравнению с пересечением в одном уровне;

3 повышение безопасности движения, особенно при осуществлении правого поворота. Обеспечение происходит за счет исключения наиболее опасных конфликтных точек пересечения.

В бакалаврской работе представлена неполная транспортная развязка, для этого необходимо назначить геометрические параметры, в соответствии со СНИП 2.05.02 – 85 [15].

В соответствии с принятым вариант эстакады предусмотренным генеральным планом города Красноярска утвержденным решением Красноярского городского совета депутатов от 21.11.2016 № В – 190 [7] эстакада относится к магистральной улице общегородского значения регулируемого движения.

Магистральная улица общегородского значения – это улица для осуществления транспортной связи между жилыми, промышленными районами и центром города; центрами районов; выходы на магистральные улицы и дороги.

Определим категорию дороги для данной эстакады согласно таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Категории автомобильных дорог на всем протяжении участка

Назначение автомобильной дороги	Категория дороги	Расчетная интенсивность движения, прив. ед./сут.
Магистральные федеральные дороги (для связи столицы Российской Федерации со столицами независимых государств, столицами республик в составе Российской Федерации, административными центрами краев и областей, а также обеспечивающие международные автотранспортные связи)	I-а (автомагистраль)	св. 14000
	I-б (скоростная дорога)	св. 14000
	II	св. 6000
Прочие федеральные дороги (для связи между собой столиц республик в составе Российской Федерации, административных центров краев и областей, а также этих городов с ближайшими административными центрами автономных образований)	I-б (скоростная дорога)	св. 14000
	II	св. 6000
	III	св. 2000 до 6000
Республиканские, краевые, областные дороги и дороги автономных образований	II	св. 6000 до 14000
	III	св. 2000 до 6000
	IV	св. 200 до 2000
Дороги местного значения	IV	св. 200 до 2000
	V	до 200

На основании полученной суточной интенсивности, равной 12522 ед./сут., по таблице 2.2 принимаем для предлагаемого комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД дорогу II категории.

Основные параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна, автомобильных дорог в зависимости от их категорий принимаем по таблице 2.3.

Поперечные уклоны проезжей части (кроме участков кривых в плане, на которых предусматривается устройство виражей) назначаем в зависимости от выбранной категории дороги и дорожно-климатической зоны по таблице 2.4.

Таблица 2.3 – Основные параметры поперечного профиля проезжей части

Параметры элементов дорог	Категории дорог					
	I-а	I-б	II	III	IV	V
Число полос движения	4; 6; 8	4; 6; 8	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3	-
Ширина проезжей части, м	2x7,5; 2x11,25; 2x15	2x7,5; 2x11,25; 2x15	7,5	7	6	4,5
Ширина обочин, м	3,75	3,75	3,75	2,5	2	1,75
Наименьшая ширина укрепленной полосы обочины, м	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	-
Наименьшая ширина разделительной полосы между разными направлениями движения, м	6	5	-	-	-	-
Наименьшая ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м	1	1	-	-	-	-
Ширина земляного полотна, м	28,5; 36; 43,5	27,5; 35; 42,5	15	12	10	8
Примечание – В обоснованных случаях на дорогах II категории допускается устройство четырехполосной проезжей части с шириной полосы движения 3,5 м при расчетной скорости движения не более 100 км/ч.						

Таблица 2.4 – Поперечные уклоны проезжей части

Категория дороги	Поперечный уклон, ‰			
	Дорожно-климатические зоны			
	I	II, III	IV	V
I-а и I-б:				
а) при двускатном поперечном профиле каждой проезжей части	15	20	25	15
б) при односкатном профиле:				
первая и вторая полосы от разделительной полосы	15	20	20	15
третья и последующие полосы	20	25	25	20
II-IV	15	20	20	15

Принимаем, что поперечный уклон проезжей части проектируемой дороги будет равен 15‰.



Для проектируемых правоповоротного заезда с ул. Маерчака, ул. Республики, правоповоротного съезда на ул. Профсоюзов, ул. Республики принимаем расчетную скорость  $V=40$  км/ч. Предполагается, что транспортный поток в начале съезда с эстакады будет иметь скорость не более 40 км/ч, следовательно, проектировать полосы торможения не имеет смысла.

Для более удобного и безопасного слияния, разветвления и пересечения транспортных потоков рассчитаем длину переходной кривой по условию: удобства пассажиров с учетом требований действующих нормативно-правовых актов.

Произведем расчет правоповоротного заезда с ул. Маерчака на эстакаду и правоповоротного съезда на ул. Профсоюзов с эстакады при углах  $80^\circ$  и  $100^\circ$  по формулам 2.14 – 2.20.

По заданному радиусу  $R$  круговой кривой рассчитывают скорость движения автомобиля по правоповоротному соединительному ответвлению (ППО) [11]:

$$V = \sqrt{127 \cdot R \cdot (\mu + i_v)}, \quad (2.14)$$

где  $\mu$  – коэффициент поперечной силы, определяемый по формуле 2.15;  
 $i_v$  – уклон виража, равный по заданию 0,05 ‰.

$$\mu = 0,2 - 7,5 \cdot 10^{-4} \cdot V, \quad (2.15)$$

$$\mu = 0,2 - 7,5 \cdot 10^{-4} \cdot 40 = 0,17$$

Выбрана скорость 40 км/ч, следовательно, из формулы 2.14 выразим радиус круговой кривой:

$$R = \frac{V^2}{127 \cdot (\mu + i_v)}, \quad (2.16)$$

$$R = \frac{40^2}{127 \cdot (0,17 + 0,05)} = 57,3 \text{ м.}$$

Минимальная длина переходной кривой по условию удобства пассажиров определяется по формуле:

$$L = \frac{V^3}{47 \cdot I \cdot R}, \quad (2.17)$$

где  $V$  – скорость движения автомобиля равная 40 км/ч, соответствующая радиусу  $R$  кривой;

$I$  – скорость нарастания центробежного ускорения, принимается равной  $0,4 \text{ м/с}^3$ .

$$L = \frac{40^3}{47 \cdot 0,4 \cdot 57,3} = 47,52 \text{ м.}$$

Таблица 2.5 – Радиусы кривых в плане от скорости движения

Радиус круговой кривой, м	30	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	600 - 1000	1000 - 2000
Длина переходной кривой, м	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	100

Угол переходной кривой, вычисляем по формуле 2.18 [11]:

$$\beta = L/2 \cdot R, \text{ радианы}; \quad \beta = 180 \cdot L/2 \cdot R \cdot \pi, \text{ градусы} \quad (2.18)$$

$$\beta = 47,52/2 \cdot 57,3 = 0,41 \quad \beta = 180 \cdot 47,52/2 \cdot 57,3 \cdot 3,14 = 23,76$$

Рассчитаем угол поворота трассы ППО по формуле 2.19:

$$\gamma = 90 - 0,5 \cdot \alpha, \quad (2.19)$$

$$\gamma = 90 - 0,5 \cdot 80 = 50^\circ$$

Длина круговой кривой после введения переходной по формуле 2.20 [11]:

$$K_0 = \pi \cdot R \cdot (\gamma - 2 \cdot \beta)/180, \quad (2.20)$$

$$K_0 = 3,14 \cdot 57,3 \cdot (50 - 2 \cdot 23,76)/180 = 2,4 \text{ м.}$$

Расчеты для правоповоротного съезда с эстакады на ул. Профсоюзов.

$$R = \frac{40^2}{127 \cdot (0,17 + 0,05)} = 57,3 \text{ м.}$$

$$L = \frac{40^3}{47 \cdot 0,4 \cdot 57,3} = 47,52 \text{ м.}$$

$$\beta = 180 \cdot 47,52/2 \cdot 57,3 \cdot 3,14 = 23,76^\circ$$

$$\gamma = 90 - 0,5 \cdot 100 = 40^\circ$$

$$K_0 = 3,14 \cdot 57,3 \cdot (2 \cdot 23,76 - 40)/180 = 6,23 \text{ м.}$$

Расчеты для правоповоротного заезда на эстакаду с ул. Республики под углом 151°:

$$R = \frac{40^2}{127 \cdot (0,17 + 0,05)} = 57,3 \text{ м.}$$

$$L = \frac{40^3}{47 \cdot 0,4 \cdot 57,3} = 47,52 \text{ м.}$$

$$\beta = 180 \cdot 47,52 / 2 \cdot 57,3 \cdot 3,14 = 23,76^\circ$$

$$\gamma = 90 - 0,5 \cdot 145 = 17,5^\circ$$

$$K_0 = 3,14 \cdot 57,3 \cdot (2 \cdot 23,76 - 17,5) / 180 = 24,88 \text{ м.}$$

Расчеты для правоповоротного съезда с эстакады на ул. Республики под углом 145°:

$$R = \frac{40^2}{127 \cdot (0,17 + 0,05)} = 57,3 \text{ м.}$$

$$L = \frac{40^3}{47 \cdot 0,4 \cdot 57,3} = 47,52 \text{ м.}$$

Полученную длину переходной кривой L сопоставляют с нормами, приведенными в таблице 2.5.

Для дальнейших расчетов принимают большее значение. В данном случае принимаем L=50 м, R=100 м.

$$\beta = 180 \cdot 50 / 2 \cdot 100 \cdot 3,14 = 14,33^\circ$$

$$\gamma = 90 - 0,5 \cdot 151 = 14,5^\circ$$

$$K_0 = 3,14 \cdot 100 \cdot (2 \cdot 14,33 - 14,5) / 180 = 24,70 \text{ м.}$$

Боковые и круговые съезды обеспечивают коммуникации внутри узла, тем самым создавая условия для правых и левых поворотов. При проектировании съездов необходимо выполнить три условия [8]:

- 1 создание наилучших условий осуществления поворотов на допустимо–высокой скорости;
- 2 сокращение площадей, занимаемых узлом, в городах со сложившейся застройкой;
- 3 недопущение обгонов на съездах, предусматривая тем самым покрытие на одну полосу движения.

Ширина проезжей части на съездах рассчитывается на одностороннее движение. Это обуславливается не только тем, что пропускная способность однополосного съезда в условиях непрерывного движения обеспечивает пропуск поворотного потока, но и тем, что наличие горизонтальных кривых и уклонов ограничивает возможность обгона, обеспечивает простоту и безопасность маневров на концах съездов. Необходимо учитывать смещение оси транспортного средства в сторону поворота, ширина полосы проезжей части на кривой должна быть больше, чем на прямом участке и должна допускать возможность объезда стоящих автомобилей.

Ширина проезжей части для боковых и круговых съездов и заездов в зависимости от радиуса поворота и условий движения представлена в таблице 2.6 [15].

Таблица 2.6 – Ширина проезжей части для боковых и круговых съездов

Радиус закругления по внутренней кромке проезжей части, м	Ширина проезжей части съезда, м		
	однополосное одностороннее движение, обгон и объезд запрещен	однополосное одностороннее движение с объездом стоящих экипажей	двухполосное движение в одну или обе стороны
15	6,0	8,1	11,4
22,5	5,4	7,5	11,1
30	5,1	7,2	10,2
45	4,8	6,9	9,3
60	4,8	6,9	8,7
90	4,5	5,7	8,4
120	4,5	5,7	8,4
150	4,5	5,7	8,1

Для рассматриваемой транспортной развязки принимаем ширина правоповоротных съездов 4,8 м.

Для улучшения режима движения на основных полосах транспортной развязки необходимо оборудование переходно-скоростных полос. Так как расчетная скорость на съездах и основных полосах выравнивается к 40 км/ч, надобность в устройстве переходно-скоростных полос отпадает.

На основаниях вышеизложенных данных сведем значения правоповоротного заезда с ул. Маерчака на эстакаду и правоповоротного съезда на ул. Профсоюзов с эстакады в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – Геометрические параметры правоповоротного заезда

Параметры	Числовые значения
Высота путепровода, м	5,5
Продольный уклон, ‰	12,3
Ширина проезжей части, м	4,8
Ширина полосы безопасности, м	0,75
Расчетная скорость, км/ч	40

Представленные геометрические параметры будут обеспечивать комфортное и безопасное движение всех типов транспортных средств в данном направлении.

Для совершенствования организации движения на данном транспортном узле необходимо определить пропускную возможность предлагаемой транспортной развязки.

Пропускную способность съездов и прямых направлений обычно оценивают отдельно из – за того, что закономерности формирования и движения прямых и поворачивающих потоков неодинаковые, а так же, пропускная способность съездов определяет интенсивность и режим движения основного направления, а пропускная способность прямого направления – дорожными условиями, которые существуют на пересекающихся дорогах.

Повышение пропускной способности транспортной развязки всегда связано с изменением её планировочного решения:

- строительство переходно-скоростных полос;
- увеличение числа полос движения;
- изменения очертания заездов.

Пропускная способность прямых направлений на транспортных развязках зависит от числа полос движения проезжей части (категории дороги) и планировочного решения развязки. Расчет производится по формуле 2.21 [9]:

$$N = N_0 \cdot K_n \cdot K_{гр} \cdot K_\phi \cdot K_{ип} \cdot K_{шп}, \quad (2.21)$$

где  $N_0$  – расчетная пропускная способность одной полосы движения;

$K_n, K_{гр}, K_\phi, K_{ип}, K_{шп}$  – значения коэффициентов представленных в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Значения коэффициентов

Число полос движения	2	3	4	5	6	-
$K_n$	1,8	2,4	2,9	3,4	3,9	-
Доля грузовых автомобилей, %	0	10	20	30	50	70
$K_{гр}$	1,0	0,95	0,90	0,85	0,78	0,72
Типы покрытия проезжей части	А/б	сборно–бетонное		булыжник		грунтовое
$K_\phi$	1,0	0,88		0,72		0,30
Продольный профиль, ‰	до 20	30	40	50	60	70
$K_{ин}$ при длине подъема, м						
200–300	1,0	1,0	0,95	0,9	0,8	0,75
300–500	1,0	0,95	0,9	0,85	0,75	0,65
более 500	0,95	0,93	0,88	0,82	0,7	0,6
Ширина полосы движения, м	2,5 – 2,75		3,0		3,5 и более	
$K_{шп}$	0,9		0,98		1,00	

Таблица 2.9 – Значения пропускной способности одной полосы движения с учетом скорости движения и состава транспортного потока

Транспортные средства	Наиболее число однородных фактических единиц транспортных средств в 1 час		
	пересечения в разных уровнях		пересечения в одном уровне
	скоростная дорога	магистральная улица непрерывного движения	
легковые	1300	1200	600
грузовые	600–800	500–650	300–400
автобусы	200–300	150–250	100–150
троллейбусы	–	110–130	70–90

Пропускную способность одной полосы проезжей части принимаем с учетом выбранного значения автомобильной дороги по таблице 2.9. Рассчитаем пропускную способность проектируемой эстакады по формуле 2.21 с учетом выбранных значений:

$N_0 = 1200 + 150 = 1350$  ед./час, где 1200 авт./час легковые; 150 авт./час грузовые.

$$N = 1350 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 2430 \text{ ед./час.}$$

На основании существующей интенсивности на рассматриваемой эстакаде ул. Новосибирская – ул. Маерчака спрогнозируем интенсивность на перспективу 20 лет по формуле 2.2 [18].

Прогнозируемая интенсивность движения на проектируемой эстакаде представлена в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Прогнозируемая интенсивность на эстакаде ул. Новосибирская – ул. Маерчака

№	Год	Прогнозируемая интенсивность движения, прив. ед./час
1	2017	2612
2	2018	2807
3	2019	3016
4	2020	3242
5	2021	3484
6	2022	3744
7	2023	3819
8	2024	3895
9	2025	3973
10	2026	4053
11	2027	4134
12	2028	4216
13	2029	4301
14	2030	4387
15	2031	4474
16	2032	4564
17	2033	4655
18	2034	4748
19	2035	4843
20	2036	4940

Так же проведем прогноз интенсивности взятой с ул. Копылова и пр. Свободный в процентном соотношении 30% и 20% соответственно.  $N_0$  составила 1265 прив.ед./час в вечерний час «пик» и 1165 прив.ед./час в утренний час «пик». Прогнозируемая интенсивность представлена в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Прогнозируемая интенсивность транспортного потока взятого с ул. Копылова, пр. Свободный

№	Год	Прогнозируемая интенсивность движения, прив. ед./час в утренний час «»пик	Прогнозируемая интенсивность движения, прив. ед./час в вечерний час «»пик	Суммарная расчетная интенсивность движения, прив. ед./час
1	2017	1252	1359	2611
2	2018	1346	1461	2807
3	2019	1446	1570	3016
4	2020	1554	1687	3241
5	2021	1670	1814	3484
6	2022	1795	1949	3744
7	2023	1831	1988	3819
8	2024	1867	2028	3895
9	2025	1905	2068	3973
10	2026	1943	2110	4053
11	2027	1982	2152	4134
12	2028	2021	2195	4216
13	2029	2062	2239	4301
14	2030	2103	2284	4387
15	2031	2145	2329	4474
16	2032	2188	2376	4564
17	2033	2232	2423	4655
18	2034	2276	2472	4748
19	2035	2322	2521	4843
20	2036	2348	2562	4910







Рисунок 2.4 – Вариант исполнения эстакады согласно утвержденному генеральному плану города Красноярска

Дорожно-транспортные сооружения, это искусственные инженерные сооружения городской сети, которые обеспечивают непрерывное движение транспорта и пешеходов. Это могут быть мосты, путепроводы, эстакады, трубы, тоннели и др. Геометрические параметры транспортного узла зависят от рельефа местности, от организации рассматриваемого участка УДС. Можно организовать саморегулирующие движение, принудительное регулирование, а также транспортные развязки (полные, неполные) в разных уровнях.

Для предлагаемого комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД Железнодорожного района выбираем строительство эстакады через железную дорогу от ул. Маерчака – ул. Профсоюзов на ул. Новосибирскую, далее съезды на ул. Республика, а также проезд на ул. Куйбышева. Движение по эстакаде будет осуществляться по полосам с учетом принятой II категории дороги в соответствии с таблицей 2.3 по СНИП 2.05.02 – 85 [15].

Следует отметить, что покрытие на укрепленных разделительных полосах, обочинах должны различаться по цвету, разделяться разметкой и отличаться по внешнему виду от основной проезжей части, покрытие не должно иметь деформацию превышающую допустимые значения, должно обеспечивать удобство и безопасность въезда транспортных средств.

Ширина проезжей части эстакады должна обеспечивать безопасный и свободный пропуск ожидаемого количества транспортных средств в обычные часы и часы «пик» на перспективу 15 лет.

На основании вышеизложенных данных сведем значения эстакады в таблицу 2.12.

Таблица 2.12 – Геометрические параметры эстакады

Параметры	Числовые значения
Высота путепровода, м	5,5
Продольный уклон, ‰	12,3
Ширина проезжей части, м	21,6
Ширина полосы безопасности, м	0,75
Расчетная скорость, км/ч	60
Длина эстакады, м	930

Выбранные геометрические параметры эстакады с ул. Маерчака на ул. Новосибирская обеспечат безопасное и комфортное движение всех типов транспортных средств по данному направлению с максимальной разрешенной массой не более 25 тонн.

На рисунке 2.5 представлена схема проектируемой ОДД на пересечении ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – ул. Республики.

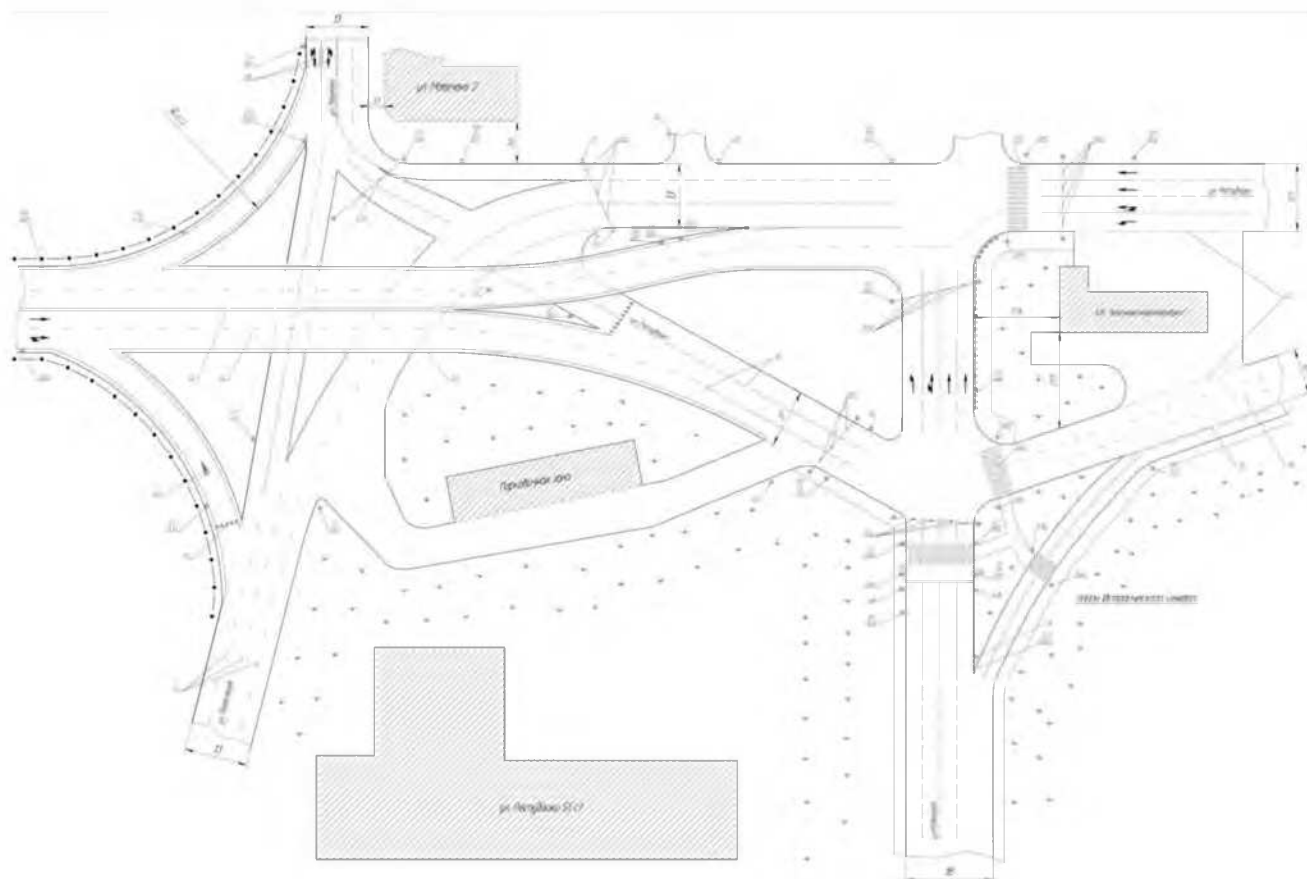


Рисунок 2.5 – Схема проектируемой ОДД на участке УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – ул. Республики

Для организации движения предлагается следующий комплекс технических средств ОДД: дорожные знаки, дорожная разметка.

Дорожные знаки устанавливаются в соответствии с ГОСТ Р 52290 – 2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования» [2].

Дорожная разметка наносится в соответствии с ГОСТ Р 51256 – 99 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования» [1].

Чтобы исключить возможность перехода пешеходами проезжей части вне пешеходных переходов предлагается установка пешеходных ограждений перильного типа вдоль линии тротуаров.

Дислокация дорожных знаков и дорожной разметки представлены в таблицах 2.13 – 2.14.

Таблица 2.13 – Дислокация дорожных знаков устанавливаемых при проектировании эстакады на ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера

Номер, обозначение и название знака	Место установки	Количество	Способ установки
 2.1 «Главная дорога»	Расположены на ул. Робеспьера на расстоянии 7,2м совместно со знаком 8.13 перед съездом с эстакады (2шт)	2	на стойке
 2.4 «Уступите дорогу»	Расположены на правоповоротном съезде и заезде на эстакаду (2шт) совместно со знаком 4.1.2; расположен на стыке съезда с эстакады на ул. Республики, ул. Республики уступает (1шт) Установлен на стойке на выезде с придворовой территории совместно со знаком 5.22 (1шт)	4	на стойке
 3.11 «Ограничение массы»	Расположены на ул. Республики и ул. Маерчака совместно со знаком 8.3.2 перед заездом на эстакаду 2шт	2	на стойке
 3.24 «Ограничение максимальной скорости»	Расположен на эстакаде; расположен перед заездом на эстакаду с ул. Республики совместно со знаком 8.24	2	на стойке

Окончание таблицы 2.13

Номер, обозначение и название знака	Место установки	Количество	Способ установки
 4.1.2 «Движение направо»	Расположены на правоповоротном съезде и заезде на эстакаду (2шт) совместно со знаком 2.4;	2	на стойке
 4.2.3 «Объезд препятствия справа или слева»	Расположены на разветвлении в одном уровне на ул. Маерчака и ул. Республики с заездом на эстакады совместно со знаком 8.22.3 (2шт)	2	на стойке
 5.15.1 «Направление движения по полосе»	Расположен на спуске с эстакады в сторону центра	1	на стойке
 5.15.2 «Направление движения по полосам»	Расположен над проезжей частью на растяжке над ул. Республики и ул. Робеспьера на высоте 3,5м. (2шт)	2	на растяжке
 8.3.1/8.3.2 «Направление действия»	Расположены на ул. Республики и ул. Маерчака совместно со знаком 3.11 перед заездом на эстакаду 2шт	2	на стойке
 8.13 «Направление главной дороги»	Расположены на ул. Робеспьера на расстоянии 7,2м совместно со знаком 2.1 перед съездом с эстакады (приоритет у ул. Робеспьера)	1	на стойке
 8.22.3 «Объезд препятствия справа или слева»	Расположены на разветвлении в одном уровне на ул. Маерчака и ул. Республики с заездом на эстакады совместно со знаком 4.2.3 (2шт)	2	на стойке
 8.24 «Фотовидеофиксация»	Расположен на эстакаде; расположен перед заездом на эстакаду с ул. Республики совместно со знаком 3.24	3	на стойке



Таблица 2.14 – Дислокация дорожной разметки при совершенствовании ОДД на ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера

Номер разметки	Назначение	Место нанесения
 1.5	Разделение транспортных потоков противоположных направлений. Обозначение полос движения	Наносится на эстакаде в движении по 2 полосам на расстоянии 183 м.
 1.7	Обозначает полосы движения в пределах перекрестка	Наносится на ул. Республики при заезде на эстакаду в пределах двух полос
 1.13	Указывает место, где водитель должен при необходимости остановиться, уступая дорогу транспортным средствам, движущимся по пересекаемой дороге	Наносится на съезде с эстакады на ул. Профсоюзов, и на ул. Республики при присоединении потока с эстакады за 2 м.
 1.18	Указывает разрешенные на перекрестке направления движения по полосам	Наносится на полосах движения на эстакаду, по эстакаде и с эстакады
 1.20	Предупреждает о приближении к разметке 1.13	Наносится за 10 м до пересечения с ул. Профсоюзов
 2.5	Обозначает боковые поверхности ограждений дорог на крутых спусках, других опасных участках	Наносится по всей длине эстакады на дорожном металлическом ограждении

Для предотвращения падения ТС с эстакады необходимо предусмотреть дорожные ограждения (опасный участок, край проезжей части или разделения встречных потоков) в виде металлических, бетонных конструкций, а также применение шумозащитных экранов.

Установка ограждений и направляющих устройств регламентируется ГОСТ 26804 – 86 «Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия» [3] и нормами проектирования автомобильных дорог СНиП II–Д.5–72.

Согласно СНиП 2.05.02 – 85 ограждения барьерного типа из железобетона, металла или синтетических материалов следует предусматривать на участках дорог I и II категории.

Параметры дорожных металлических ограждений барьерного типа представлены в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Параметры дорожных ограждений металлического барьерного типа

Параметры	Дорожные ограждения барьерного типа			
Применение	автотрассы общего пользования		эстакады, мосты, путепроводы	
Вид	11-ДО	11-ДД	11-МО	11-МД
Тип	одностороннее	двухстороннее	одностороннее	двухстороннее
Удерживающая способность, кДж	130-500	300-500	130-600	300-600
Класс удерживающей способности	У1-У8	У4-У8	У1-У10	У4-У10
Вес 1 пог. м, кг	от 17,5 (при шаге 2 м)	от 17,8 (при шаге 2 м)	от 22,7 (при шаге 2 м)	от 22,7 (при шаге 2 м)
Шаг стоек, м	0,8-4			
Высота ограждений, м	0,5-0,6			
Тип обходимого фундамента	не требуется		ленточный	
Покрытие	без покрытия		грунт/горячий цинк	

На проектируемой эстакаде предлагается установить дорожные ограждения типа 11-МО, представленные на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 – Ограждение мостовое одностороннее усиленное балкой «11-МО – У10»

Односторонние дорожные ограждения устанавливаются по краям эстакады с шагом 2 метра. Высота ограждений составляет 0,5м. Необходимо в последствии нанесение световозвращающего материала для обеспечения безопасности дорожного движения, а также привлечения внимания водителей ТС к источникам повышенной опасности, в особенности в темное время.

Также необходимо установить на разделительной полосе эстакады шириной 0,6 – 1,5 м. металлическое двустороннее барьерное ограждение типа «11-Д» для предотвращения столкновений с автомобилями встречного движения. Шаг стоек составляет 2 метра, высота ограждений составляет 0,6 м. Вариант ограждений представлен на рисунке 2.7 [10].

Так как по эстакаде предусматривается движение пешеходов и велосипедистов, необходимо обеспечить им безопасное движение. Ширину тротуара принимают кратной ширине одной полосы пешеходного движения равной 0,75 м. Ширина велосипедной дорожки должны быть не менее 1,5 м. Поэтому принимаем двусторонний тротуар шириной 2,25 м. Удерживающие пешеходные ограждения (перила) рекомендуется устанавливать у внешнего края тротуара на мостовом сооружении на расстоянии не менее 0,3 м. от бровки полотна эстакады. Удерживающая способность перил должна быть не менее 1,27 кН.

Высота пешеходных удерживающих ограждений должна быть не менее 1,1 м. На рисунке 2.8 представлен фронтальный вид пешеходных ограждений на эстакаде [10].



Рисунок 2.7 – Ограждение мостовое двустороннее типа «11-МД» для разделения встречных потоков



Рисунок 2.8 – Удерживающее дорожное ограждение для пешеходов на искусственном сооружении



Для обеспечения безопасности движения транспортных средств и пешеходов, а также повышения пропускной способности дорог в темное время суток предусматривают стационарные осветительные установки.

На мостах (путепроводах) опоры устанавливают в створе перил или за ними в стальных стаканах, а также закрепляют с помощью фланцевых соединений к несущим конструкциям сооружения. На дорогах II категории на всех соединительных ответвлениях, узлов пересечений и на подходах к ним осветительные установки располагают на расстоянии не менее 250 м. Световые опоры устанавливаются по обеим сторонам проезжей части при ширине более 12 м, в прямоугольном или шахматном порядке.

Для освещения дорог будет использовать металлогалогенные лампы (ДРИ 250, ДРИ 400) высокого давления (ДнаТ250, ДнаТ400) [16].

На основании вышеизложенного построим схему поперечного профиля эстакады (см. рисунок 2.9).

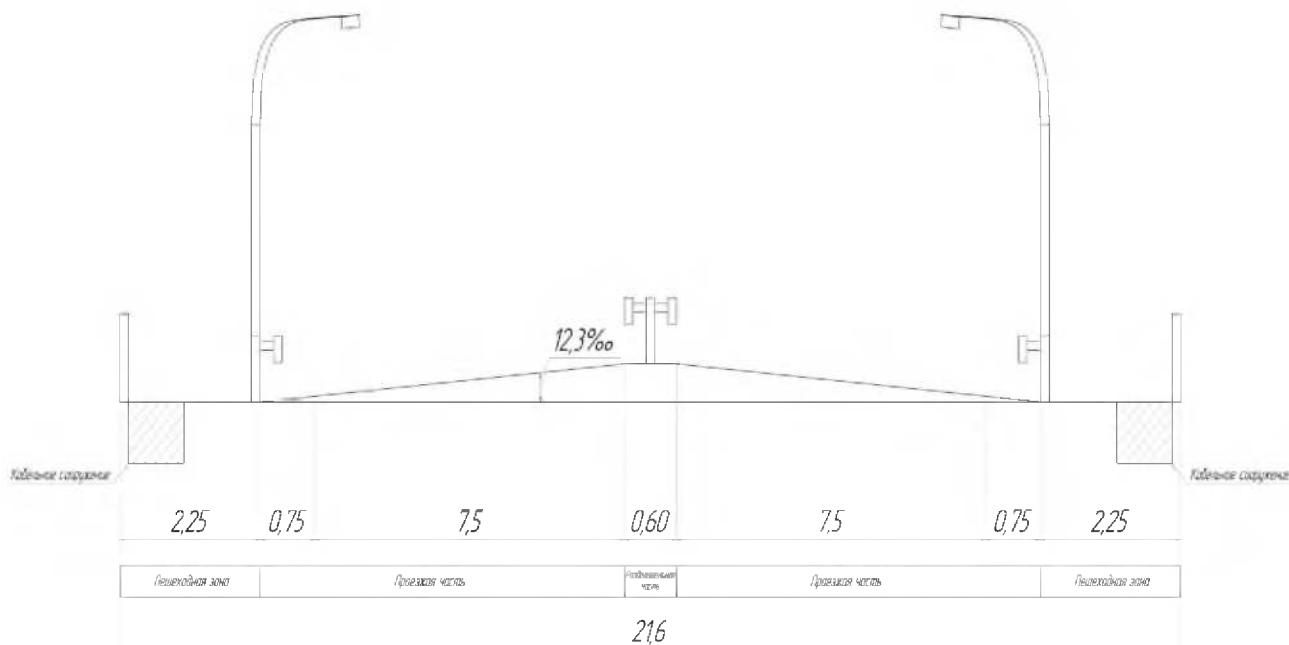


Рисунок 2.9 – Схема поперечного профиля проектируемой эстакады

Для оценки эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД Железнодорожного района города Красноярска воспользуемся немецкой программой моделирования транспортных потоков PTV Vision® VISSIM.

## **2.5 Проект организации движения в разных уровнях на участке ул. Новосибирская – ул. Новой жизни – ул. Куйбышева**

При выборе транспортной развязки на данном участке следует учитывать следующий ряд технико-экономических факторов:

- 1 стоимость строительства;
- 2 возможность и удобство организации движения пешеходов, а также общественного транспорта;
- 3 обеспечение эстетических качеств искусственного сооружения;
- 4 снижение уровня шума, загазованности атмосферы, сохранение архитектурной среды [9].

При съезде с эстакады необходимо обустройство неполной развязки типа «прокол». Её устраивают на пересечениях магистралей с местной уличной сетью. Конфликтные точки на таких развязках отсутствуют. Такая схема развязки позволяет обеспечить высокую пропускную способность и скорость движения по главному направлению при обычной ширине магистральных улиц без дополнительных уширений. Транспортные развязки такого типа целесообразны в условиях сложившейся плотной городской застройки. Суммарная интенсивность поворачивающего движения может составлять 300 – 400 авт./час. Недостатком являются транспортные потери и очереди автомобилей на второстепенном направлении [9].

Для расчетов геометрических параметров транспортной развязки воспользуемся ранее использованной методикой, представленной в таблицах 2.2 – 2.6 (основные параметры поперечного профиля, радиусы кривых в плане).

В таблице 2.16 представлены геометрические параметры неполной транспортной развязки типа «прокол».

На рисунке 2.10 изображена схема организации движения на пересечении с ул. Новосибирская.

Безопасность движения транспортных средств обеспечивается с помощью технических средств ОДД.

Дорожные знаки устанавливаются в соответствие с ГОСТ Р 52290 – 2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования» [2]. Дорожная разметка наносится в соответствие с ГОСТ Р 51256 – 99 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования» [1].

Чтобы исключить возможность перехода пешеходами проезжей части вне пешеходных переходов предлагается установка пешеходных ограждений перильного типа вдоль линии тротуаров.

Дислокация дорожных знаков и дорожной разметки представлены в таблицах 2.17 – 2.18.

Таблица 2.16 – Геометрические параметры неполной транспортной развязки на ул. Новосибирская – ул. Новой жизни

Параметры	Числовые значения
Высота путепровода, м	5,5
Продольный уклон, ‰	12,3
Ширина проезжей части, м	9,1
Ширина полосы безопасности, м	0,75
Расчетная скорость, км/ч	40

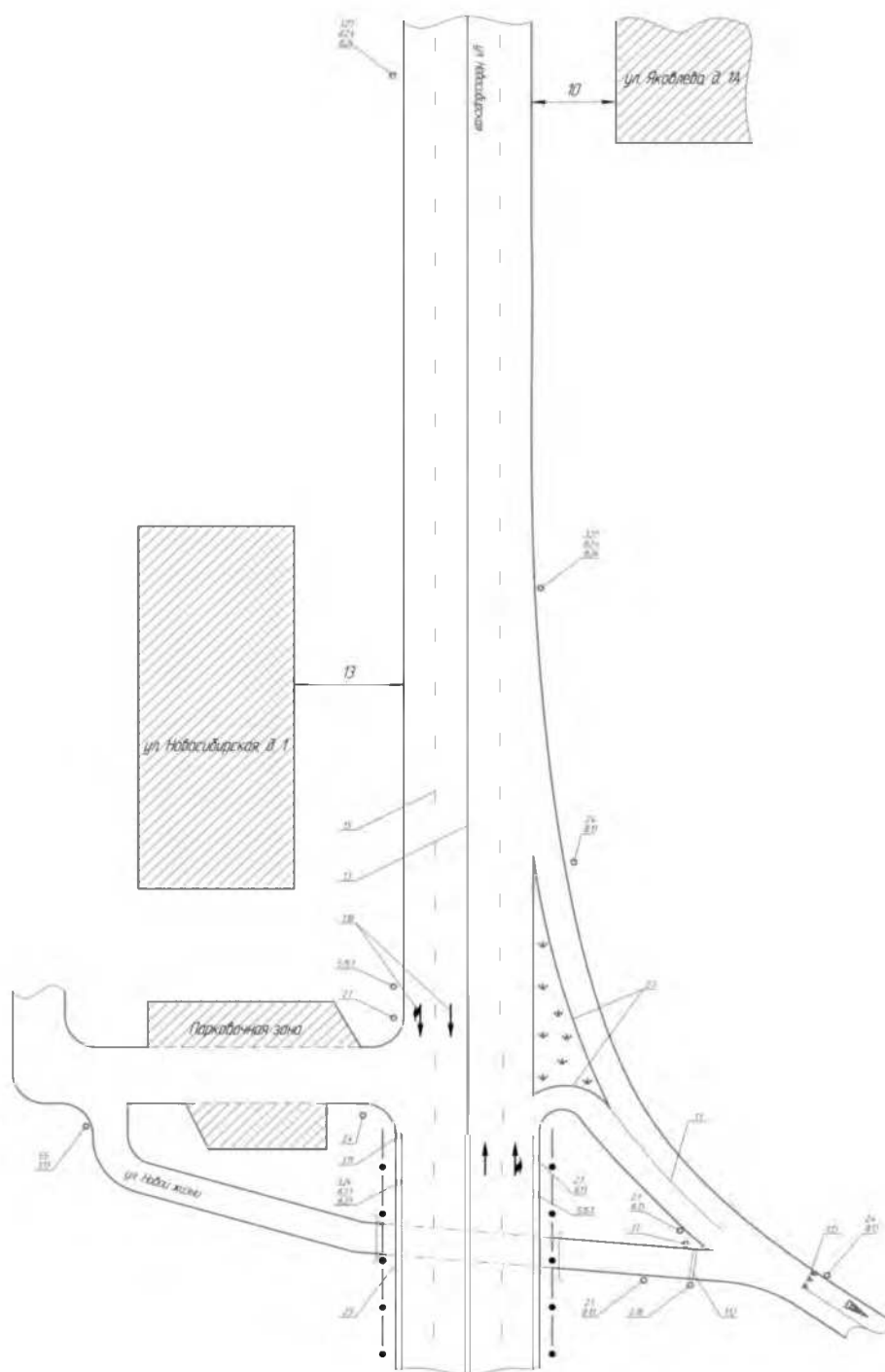


Рисунок 2.10 – Схема проектируемой ОДД на ул. Новосибирская

Таблица 2.17 – Дислокация дорожных знаков устанавливаемых при проектировании эстакады на ул. Новосибирская

Номер, обозначение и название знака	Место установки	Количество	Способ установки
 2.1 «Главная дорога»	Расположен на ул. Новосибирская на пересечении с ул. Новая жизнь совместно со знаком 8.13; Расположен на односторонней ул. Новая жизнь совместно с 8.13; Расположена на въезде на эстакаду	4	на стойке
 2.4 «Уступите дорогу»	Расположен на ул. Новосибирская со съезда с ул. Куйбышева совместно со знаком 8.13 (2шт); Расположен выезде на эстакаду	3	на стойке
 3.1 «Въезд запрещен»	Расположен на Т-образном перекрестке по левой стороне ул. Новая жизнь, смотрин на ул. Новосибирская	1	на стойке
 3.11 «Ограничение массы»	Расположен перед въездом на эстакаду	1	на стойке
 3.13 «Ограничение высоты»	Устанавливается перед въездом на ул. Новая жизнь проходящая под эстакадой с ограниченной высотой в 3,5м	1	на стойке
 3.24 «Ограничение максимальной скорости»	Расположен перед въездом на эстакаду совместно с такими знаками как: зона действия 8.2.1 и фотовидеофиксация 8.23	1	на стойке
 3.27 «Остановка запрещена»	Расположены по двум стороны ул. Новосибирская до въезда на эстакаду и после съезда совместно с такими знаками как: 8.2.4 и 8.24	2	на стойке
 5.5 «Дорога с односторонним движением»	Устанавливается на стойке перед въездом на ул. Новая жизнь	1	на стойке
 5.15.1 «Направление движения по полосе»	Расположен на спуске и подъеме с и на эстакаду	1	на стойке

Окончание таблицы 2.17












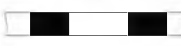
Номер, обозначение и название знака	Место установки	Количество	Способ установки
 8.2.1 «Зона действия»	Устанавливается на стойке на эстакаде совместно со знаком 3.24	1	на стойке
 8.2.4 «Зона действия»	Расположены по двум стороны ул. Новосибирская до въезда на эстакаду и после съезда совместно со знаком 3.27	2	на стойке
 8.13 «Направление главной дороги»	Расположен на пересечении ул. Новосибирская с ул. Новая жизнь устанавливается совместно со знаком 2.1; Расположен на односторонней ул. Новая жизнь совместно с 2.1; Расположен на ул. Новосибирская со съезда с ул. Куйбышева совместно со знаком 2.4	5	на стойке
 8.23 «Фотовидеофиксация,»	Расположен перед въездом на эстакаду	1	на стойке
 8.24 «Работает эвакуатор»	Расположены по двум стороны ул. Новосибирской до въезда на эстакаду и после съезда совместно с такими знаками как: 8.2.4 и 3.27	2	на стойке

Таблица 2.18 – Дислокация дорожной разметки на проектируемой эстакаде на ул. Новосибирская

Номер разметки	Назначение	Место нанесения
 1.1	Разделение транспортных потоков противоположных направлений. Обозначение полос движения	Наносится на ул. Новосибирская в сторону ул. Куйбышева до перекрестка длиной 30 м
 1.3	разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах, имеющих четыре полосы движения и более	Наносится после съезда с эстакады на расстояние 138 м
 1.5	Разделение транспортных потоков противоположных направлений. Обозначение полос движения	Наносится по всей длине выбранного участка
 1.12	Указывает место, где водитель должен остановиться	Наносится на ул. Новая жизнь за 2,5 м до Т-образного перекрестка совместно со знаком 6.16

Окончание таблицы 2.18

Номер разметки	Назначение	Место нанесения
 1.13	Указывает место, где водитель должен при необходимости остановиться, уступая дорогу транспортным средствам, движущимся по пересекаемой дороге	Расположен на ул. Новосибирская со съезда с ул. Куйбышева
 1.20	Предупреждает о приближении к разметке 1.13	Расположен на ул. Новосибирская со съезда с ул. Куйбышева за 5 м.
 2.5	Обозначает боковые поверхности ограждений дорог на крутых спусках, других опасных участках	Наносится по всей длине эстакады на дорожном ограждении

Для предотвращения падения ТС с эстакады, съездов и заездов на нее необходимо предусмотреть дорожные ограждения в виде металлических, бетонных (проезжая часть) конструкций, а также применение шумозащитных экранов.

Установка ограждений и направляющих устройств регламентируется ГОСТ 26804 – 86 «Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия» [3].

Согласно СНиП 2.05.02 – 85 ограждения барьерного типа из железобетона, металла или синтетических материалов следует предусматривать на участках дорог I и II категории. Параметры дорожных металлических ограждений барьерного типа представлены в таблице 2.15.

Также необходимо установить на разделительной полосе автомобильных дорог шириной 0,6 – 1,5 м. металлическое двустороннее барьерное ограждение типа «11-Д» для предотвращения столкновений с автомобилями встречного движения.

Для обеспечения безопасности движения транспортных средств и пешеходов, а также повышения пропускной способности дорог в темное время суток предусматривают стационарные осветительные установки. Для освещения дорог будут использоваться металлогалогенные лампы (ДРИ 250, ДРИ 400) высокого давления (ДнаТ250, ДнаТ400) [16].

Для оценки эффективности предлагаемых мероприятий воспользуемся программой моделирования транспортных потоков PTV Vision® VISSIM.

## **2.6 Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию организации движения на участках УДС Железнодорожного района г. Красноярска**

С помощью немецкой программы PTV Vision® VISSIM проведем моделирование движения транспортных потоков при существующей ОДД на участках УДС (ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера, ул. Новосибирская) Железнодорожного района г. Красноярска, а также моделирование движения транспортных потоков при проектируемой ОДД.

В компьютерной модели, разрабатываемой с применением программы VISSIM, учитываются следующие элементы УДС:

- 1 параметры перегонов улично-дорожной сети: длина, количество полос движения, направление движения по полосам с учетом специализации полос движения по видам транспорта;

- 2 пересечения УДС (развязки, регулируемые и нерегулируемые перекрестки, кольцевые пересечения);

- 3 параметры средств регулирования движения: циклы работы светофоров (с учетом возможности гибкого регулирования дорожным движением), знаки приоритета, дорожная разметка, ограничение скорости движения и т.д.;

- 4 регулируемые и нерегулируемые пешеходные переходы.

В компьютерной модели дорожного движения должны учитываться следующие параметры транспортных потоков:

- 1 состав транспортных потоков (легковые, автобусы, грузовые);

- 2 интенсивность транспортных потоков в соответствующих направлениях (транспортные потребности) дифференцированные по периодам суток и дням недели;

- 3 интенсивность движения подвижного состава пассажирского транспорта общего пользования по маршрутам;

- 4 особенности поведения участников дорожного движения.

На рисунках 2.11 – 2.16 представлено состояние существующих перекрестков на данный момент.



Рисунок 2.11 – Состояние транспортных потоков при существующей ОДД на пересечении ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Робеспьера

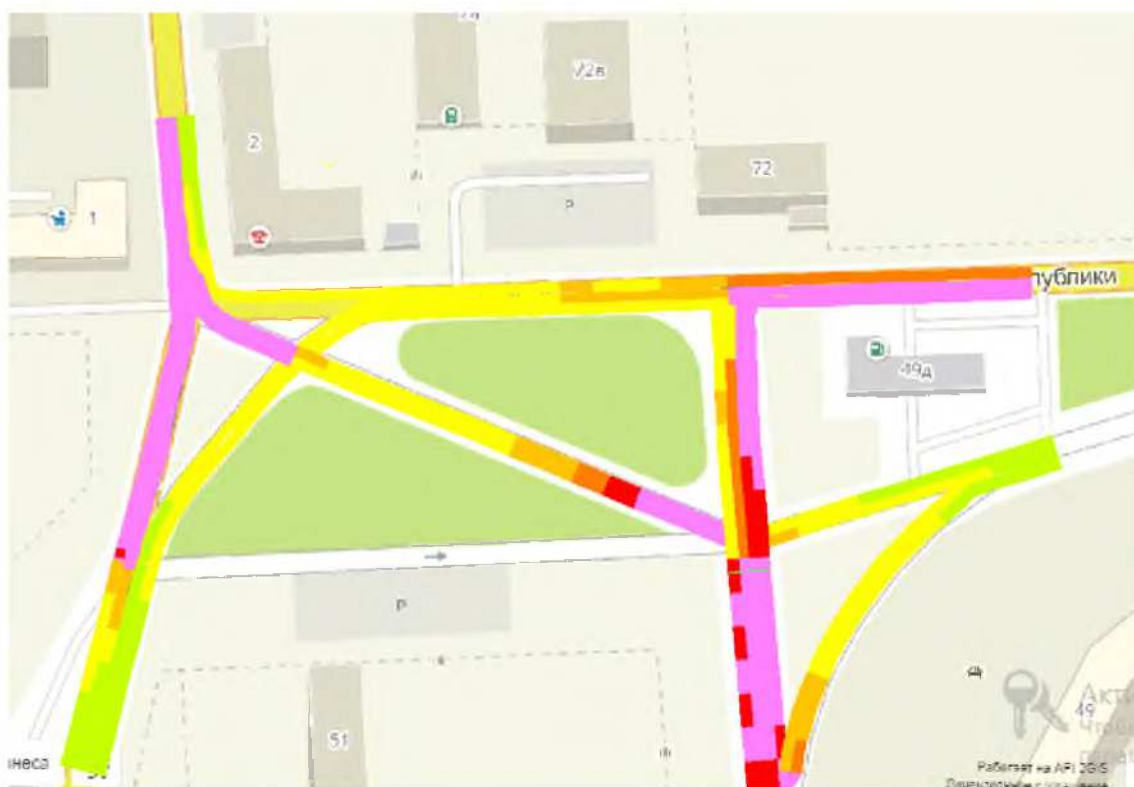


Рисунок 2.12 – Цветовое отображения состояния транспортных потоков при существующей ОДД на пересечении ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Робеспьера

На рисунке 2.13 представлена конфигурация агрегированного параметра – скорость, что позволяет увидеть перегруженность выбранных участков УДС.



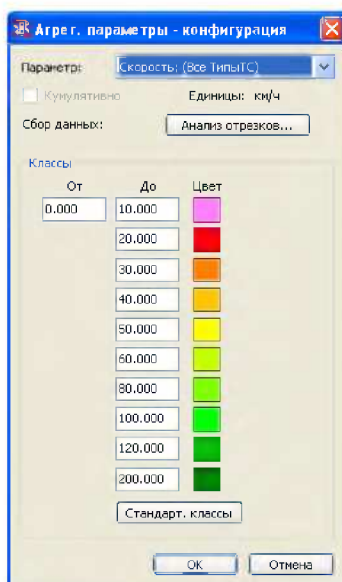


Рисунок 2.13 – Цветовое отображение значений скорости

Из рисунка 2.12 видно, что большая часть выбранного участка находится в затрудненном движении, а именно ул. Маерчака, ул. Робеспьера, это способствует уменьшению скорости до 10 км/час.

Далее рассмотрим такие участки как: ул. Новосибирская – ул. Ладос Кецховели, ул. Новосибирская – пер. Боготольский – ул. Красномосковская, а также наиболее загруженный участок УДС Железнодорожного района ул. Копылова – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – пр. Мира – ул. Ленина – ул. Красная площадь. Данные участки представлены на рисунках 2.14 – 2.16.

Данный анализ необходим с целью проверки загруженности на данный момент, а также на перспективу 15 лет, при строительстве эстакады, которая поспособствует разгрузке ул. Копылова, а также пр. Свободный.



Рисунок 2.14 – Цветовое отображения состояния транспортных потоков при существующей ОДД на пересечении ул. Новосибирская – пер. Боготольский – ул. Красномосковская

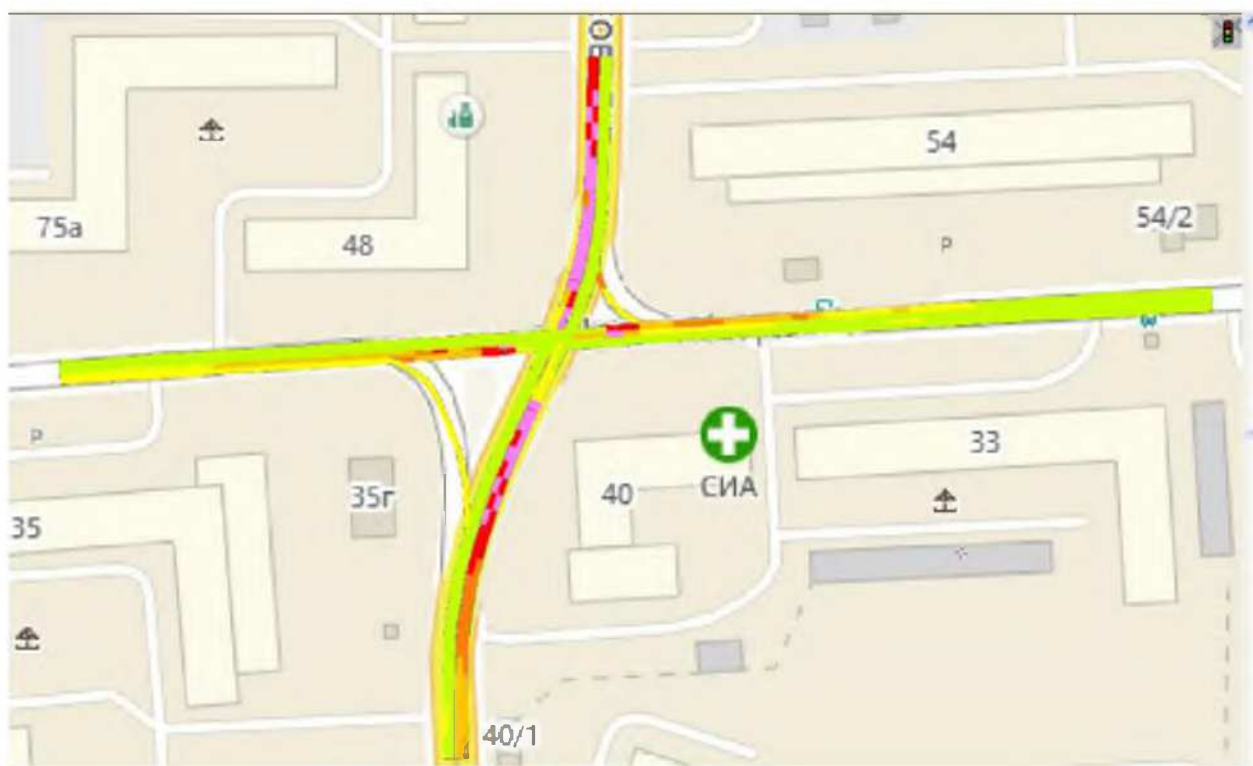


Рисунок 2.15 – Цветовое отображения состояния транспортных потоков при существующей ОДД на пересечении ул. Новосибирская – ул. Ладо Кеcховели

Таблица 2.19 – Значения параметров анализа транспортной сети для существующей и проектируемой ОДД (движение в разных уровнях) на ул.Новосибирская – ул. Ладо Кеcховели

Параметры	Вариант ОДД		
	существующий	развязка (эстакада)	развязка с прогнозом на 15 лет
Общее время задержки: [h], Все типы ТС	20.017	31.055	39.731
Общее время остановок [h], Все типы ТС	0.275	10.711	19.478
Средняя скорость [км/ч], Все типы ТС	29.500	22.22	17.301

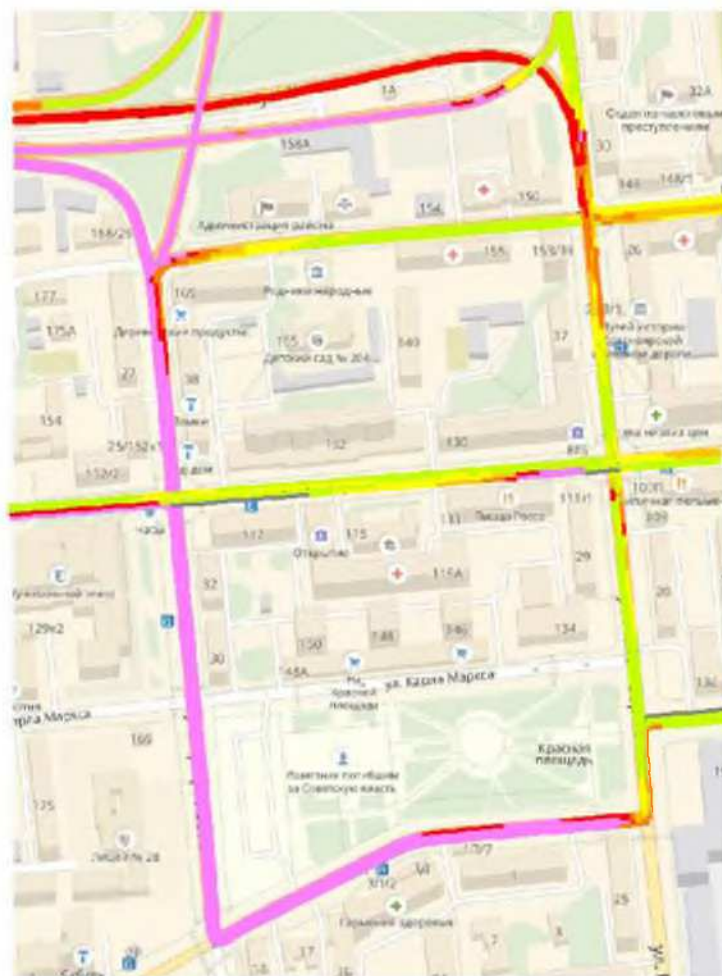


Рисунок 2.16 – Цветовое отображения состояния транспортных потоков при существующей ОДД на пересечении ул. Копылова – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – пр. Мира – ул. Ленина – ул. Красная площадь

Рассмотрим предлагаемый вариант организации светофорного регулирования на участке УДС ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Робеспьера с расширением проезжей части, где цветовое отображение представлено на рисунке 2.17. На рисунке 2.18 будет представлен второй предлагаемый вариант организации движения в разных уровнях (построение эстакады).

Для оценки эффективности предлагаемого варианта по совершенствованию ОДД, сведем значения параметров анализа транспортной сети для существующего и проектируемых вариантов (при существующей и прогнозируемой интенсивности на перспективу 15 лет) в таблицы 2.20 – 2.21.



Рисунок 2.17 – Цветовое отображения состояния транспортных потоков при проектировании светофорного регулирования на пересечении ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Робеспьера

Таблица 2.20 – Значения параметров анализа транспортной сети для существующей и проектируемой ОДД (светофорное регулирование) на ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера

Параметры	Вариант ОДД		
	существующий	светофор	светофор с прогнозом на 15 лет
Общее время задержки: [h], Все типы ТС	61.014	6.080	82.121
Общее время остановок [h], Все типы ТС	41.309	10.230	60.793
Средняя скорость [км/ч], Все типы ТС	18.521	33.458	16.054

Из таблицы 2.20 видно, что для первого варианта организации светофорного регулирования и расширения проезжей части общее время остановок сократилось в 4,03 раза, а средняя скорость движения увеличилась на 14,937 км/ч, что подтверждает эффективность предлагаемого варианта только на сегодняшний момент, так как через 15 лет с проектируемой интенсивностью общее время остановок и общее время задержек увеличится в 1,3 раза (на 20 секунд), а средняя скорость движения уменьшится на 2,4 км/ч.



Рисунок 2.18 – Цветовое отображения состояния транспортных потоков при проектировании движения в разных уровнях на пересечении ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Робеспьера

Таблица 2.21 – значения параметров анализа транспортной сети для существующей и проектируемой ОДД (движение в разных уровнях) на ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера

Параметры	Вариант ОДД		
	существующий	развязка (эстакада)	развязка с прогнозом на 15 лет
Общее время задержки: [h], Все типы ТС	61.014	0.058	62.922
Общее время остановок [h], Все типы ТС	41.309	0.010	25.091
Средняя скорость [км/ч], Все типы ТС	18.521	37.870	28.078

Из таблицы 2.21 видно, что второй вариант организации движения в разных уровнях (эстакада) является наиболее оптимальным в условиях существующей застройки города, так как средняя скорость увеличивается на 19,349 км/ч, а через 15 лет с проектируемой интенсивность скорость будет больше существующей на 9,557 км/ч, общее время остановок также уменьшится в 4 раза. Данные цифры подтверждают эффективность предлагаемых мероприятий.



После выбора построения эстакады, необходимо проверить эффективность на всех оставшихся перекрестках, цветное изображение проектируемой ОДД представлена на рисунках 2.19 – 2.21, а оценка значений параметров анализа транспортной сети для существующего и проектируемых вариантов (при существующей и прогнозируемой интенсивности на перспективу 15 лет) в таблицы 2.22 – 2.23.



Рисунок 2.19 – Цветное отображения состояния транспортных потоков при проектировании эстакады на пересечении ул. Новосибирская–ул. Новой жизни



Рисунок 2.20 – Цветное отображения состояния транспортных потоков при проектировании эстакады на перспективу 15 лет на пересечении ул. Новосибирская – ул. Новой жизни – ул. Куйбышева

Таблица 2.22 – значения параметров анализа транспортной сети для существующей и проектируемой ОДД (движение в разных уровнях) на ул. Новосибирская – ул. Новой жизни – ул. Куйбышева

Параметры	Вариант ОДД		
	существующий	развязка (эстакада)	развязка с прогнозом на 15 лет
Общее время задержки: [h], Все типы ТС	0.000	0,278	0,429
Общее время остановок [h], Все типы ТС	12.065	14,534	45,472
Средняя скорость [км/ч], Все типы ТС	48.515	36,721	32,997

Из таблицы 2.22 видно, что предлагаемый вариант строительства эстакады и съезда типа «прокол» на ул. Новосибирская немного снизит общую скорость движения на 11 км/час, но тем самым будет обеспечена разгрузка ул. Копылова и пр. Свободный, что является актуальной проблемой, рассматриваемой в данной работе.

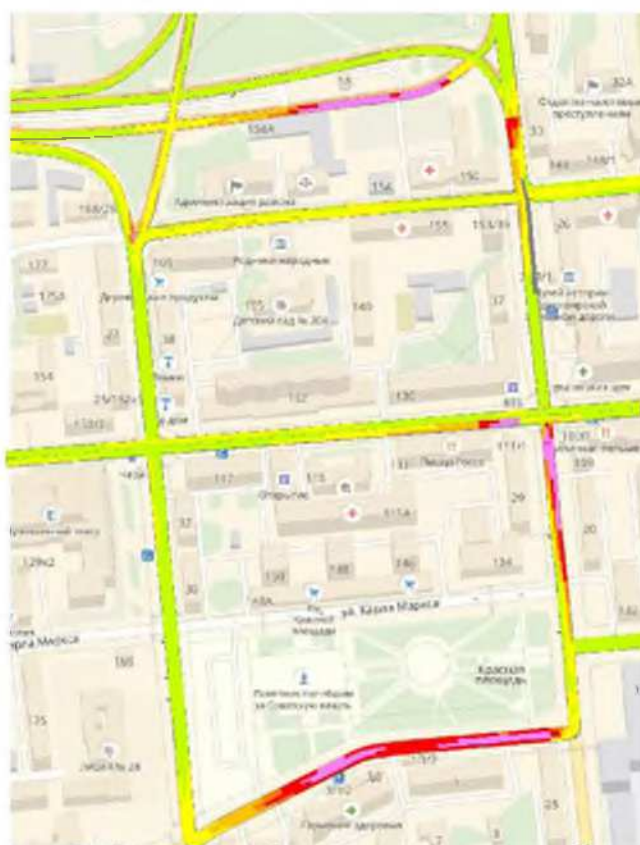


Рисунок 2.21 – Цветовое отображения состояния транспортных потоков при проектировании ОДД (разгрузка Копылова на 30%, пр. Свободный на 20%) на пересечении ул. Копылова – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – пр. Мира – ул. Ленина – Красная площадь

Таблица 2.23 – значения параметров анализа транспортной сети для существующей и проектируемой ОДД (движение в разных уровнях) на ул. Копылова – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – пр. Мира – ул. Ленина – ул. Красная площадь

Параметры	Вариант ОДД	
	существующий	с учетом перераспределения потоков ТС при строительстве эстакады (ул. Копылова 30%, пр. Свободный 20%)
Общее время задержки: [h], Все типы ТС	236,66	26,089
Общее время остановок [h], Все типы ТС	93,949	8,628
Средняя скорость [км/ч], Все типы ТС	12,632	25,115

Из представленных таблиц 2.19 – 2.23 видно, что предлагаемые мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения являются эффективными и перспективными, так как наиболее удачно решают проблемы задержек, время остановок, изменения скорости на рассматриваемых участках УДС Железнодорожного района, тем самым будет обеспечиваться необходимая пропускная способность (снижение коэффициента загрузки движения) и безопасность движения. Например, средняя скорость на участках УДС выросла на 11 – 19 км/ч. Так же значительно уменьшилось время остановок и время простоя.

Также можно сделать вывод, что наиболее эффективными являются мероприятия строительства эстакады с расширением проезжих частей ул. Республики.

Программа PTV Vision® VISSIM позволяет производить оценку эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД и с помощью визуального просмотра анимационной демонстрации движения транспортных потоков в 2D и 3D форматах.



### **3 Экономическая часть**

#### **3.1 Расчет экономической эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС Железнодорожного района г. Красноярска**

Общая стоимость предлагаемых мероприятий определяется при помощи составления сводной сметы [4].

В целях упрощения расчетов затраты на подготовительные и земляные работы, устройство искусственных сооружений, связь и электроснабжение, здания и сооружения дорожной службы, обустройства магистрали определяются на основании укрупненных показателей сметной стоимости (объем работ умножается на величину укрупненного показателя сметной стоимости).

Затраты на устройство дорожной одежды и переоборудование пересечений определяются путем составления подробных смет.

В раздел затрат «Прочие работы и затраты» включаются по характеру и содержанию затраты, которые, как правило, исчисляются по строительству в целом:

1 дополнительные расходы строительных организаций. Нормы дифференцированы по зонам в зависимости от температурных условий в местах нахождения строек, в дипломной работе принимаются в размере 2,5% для зеленого полотна, 3% – для дорожной одежды, 4,7% – для искусственных сооружений и 2,8% – для остальных работ.

2 затраты по выплате надбавок к заработной плате в связи с подвижным характером работ принимаются в размере 3–5% от суммы по главам с 1 по 9.

3 затраты на очистку территории строительства от мусора принимают в размере 0,15% от стоимости всех предыдущих разделов затрат.

4 дополнительные расходы, связанные с применением сдельно-премиальной системы оплаты труда, можно принять в размере 1% от суммарной стоимости предыдущих разделов затрат.

5 в сводную смету включают дополнительные суммы в размере 2,5% от стоимости предыдущих глав, учитывающие увеличение тарифных ставок строительных рабочих.

В конце сводной сметы отдельной строкой предусматривается сумма, которая резервируется на неучтенные и непредвиденные работы и затраты. Резерв принимается в размере 5% от полной сметной стоимости строительства.

За итогом сводной таблицы обычно указывается возвратная сумма. В нее входит стоимость материалов, полученных от разборки сносимых зданий и сооружений, а также амортизируется в течение строительства часть стоимости временных зданий, сооружений и приспособлений.

Возвратные суммы установлены в процентах от стоимости временных зданий и сооружений:

- при сроке строительства до 1 года – 20%;
- при сроке строительства до 2 лет – 15%;
- при сроке строительства до 3 лет – 12%;
- при сроке строительства более 3 лет – 10%.

Стоимость материала и выполняемых работ, принимаем на основе каталога цен для данного региона. Имеется в виду, что цены приняты из условия, что материалы для строительства дороги местные. Оплату труда и затраты на эксплуатацию и обслуживание строительно-дорожных машин принимаем на основе норматива работ для г. Красноярск.

Общая стоимость мероприятий определяется путём составления сводной сметы. Она составлена на основе данных предполагаемых подрядчиков о затратах на строительные и расходные материалы и о затратах на выполнение соответствующих работ [5].

На проектируемом участке УДС предлагается построить эстакаду, для этого необходимо произвести земляные работы. Рассматриваемый участок имеет длину в 930 метров с 4 полосами для движения, цена 1 метра эстакады составляет 594300 рублей.

Таким образом, общая стоимость составит 552699000 рублей. Площадь асфальтобетонного покрытия для эстакады связывающей ул. Маерчака – ул. Новосибирская составляет 20088 м<sup>2</sup> (см. Рисунок 2.9). Смета на подготовительные работы обустройство земляного полотна представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Смета на земляные работы

№	Наименование работ или затрат	Единицы измерения	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
				ед.	общая
1	Разбивка земляного полотна в равнинной местности	1 км	2	9600	19200
2	Оформление отвода дороги	1 км	2	3255	6510
3	Устройство земляного полотна под эстакаду со всеми подготовительными работами	1 м <sup>3</sup>	391	800	312800
4	Укрепление откосов насыпей и выемок каменной наброской	1 м <sup>2</sup>	930	1600	1488000
Итого прямых затрат, руб.					1826510

Исходя из таблицы 3.1 видно, что сметная стоимость на земляные работы составила 1826510 рублей.

Смету на дорожную одежду составляют в определенной последовательности.

Определяют номер территориального района строительства.

С помощью сборника ЕРЕР находим единые расценки, оценивающие производимые работы. Умножаем расценки на индекс цен в соответствии с датой строительства.

Прямые затраты по каждой работе находят, умножая объемы работ на значение единичных расценок. Суммируя результаты, полученные для отдельных работ, находят прямые затраты по смете.

Величину накладных расходов определяют умножением на итоговое значение прямых затрат. Нормы накладных расходов в процентах, установленных расходов в процентах, установленных по ведомственному признаку (принимаем 17,5 %).

Добавляя к прямым затратам накладные расходы, определяем сметную себестоимость работ. Затем находят плановые накопления, принимаем в размере 6 % от величины себестоимости, и, наконец, сметную стоимость работ (суммированием сметной себестоимости и плановых накоплений).

Реконструкцию ведём на участках: Длина 930 м, ширина 21,6 м. Площадь асфальтобетонного покрытия для эстакады связывающей ул. Маерчака – ул. Новосибирская составляет 20088 м<sup>2</sup>.

Составляем каталог единых расценок. Каталог единых расценок представляет собой таблицу, в которой указана стоимость всех работ, с учётом затрат на материалы, эксплуатацию строительных машин, выплата заработной платы рабочих. Суммирую все затраты при осуществлении данного вида работ получаем общую стоимость.

Стоимость материала и выполняемых работ, принимаем на основе каталога цен для данного региона. То есть цены приняты из условия, что материалы для строительства дороги местные.

Оплату труда и затраты на эксплуатацию и обслуживание строительного дорожных машин принимаем на основе норматива работ для города Красноярска.

Составляем смету на строительство дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием. В ней указываем цены на конкретный вид работы уже с учетом всех затрат. В графе наименование работ для удобства расчета записываем параметры необходимых работ (длину, ширину и высоту).

Количество единиц измерения является числовое значение расчета необходимого объема работ. Умножая стоимость одной единицы работы на объем необходимой работы получаем общую стоимость работы [4].

Эстакада также включает в себя опоры, состоящие из колонн, связей, ригелей, фундамента, и пролетные строения, тревьерс, связи по фермам. Стоимость затрат на данную конструкцию составит 556 788 930 рублей.

На проектируемых участках УДС ул. Маерчака – ул. Новосибирская предлагается дополнительно установить дорожные знаки, ограждения и нанести дорожную разметку. Стоимость затрат данных мероприятий представлена в таблицах 3.2 – 3.4.

Необходимо учесть прочие работы и затраты, свести конечную смету за весь комплекс мероприятий в таблицу 3.5.

Таблица 3.2 – Смета на обстановку и принадлежности дороги на участке УДС ул. Маерчака – ул. Республики – ул. Робеспьера – ул. Профсоюзов

Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Кол-во единиц измерения	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
Дорожные знаки:				
Круглые	шт.	8	3217	25736
Квадратные	шт.	13	2714	35282
Треугольные	шт.	4	2457	9828
Монтаж дорожных знаков на стойке	шт.	25	2700	67500
Разметка проезжей части:				
Двойная сплошная (1.3)	м	90	580	52200
Пунктирная (1.5)	л.м	364,74	900	327600
Короткая прерывистая линия (1.7)	м	10	420	4200
Треугольники (1.13)	м <sup>2</sup>	5,33	420	2238
Стрелы (1.18)	шт	12	420	5040
Треугольник (1.20)	шт	1	420	420
Вертикальная, опасный участок (2.5)	п.м	347	900	312900
Устройство ограждений:				
Установка ограждений барьерного типа	1 п.м.	510	3200	1632000
Установка пешеходных ограждений со стоимостью материала	м	163	4875	794625
Итого прямых затрат, руб.				3269569
Накладные расходы, руб. (17,5%)				572174,6
Сметная себестоимость, руб.				3841744
Плановые накопления, руб. (6%)				230504,6
Всего сметная стоимость, руб.				4072248

Таблица 3.3 – Смета на обстановку и принадлежности самой эстакады

Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Кол-во единиц измерения	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
Разметка проезжей части:				
Пунктирная (1.5)	п.м	1860	900	167400
Вертикальная, опасный участок (2.5)	п.м	1860	900	167400
Устройство ограждений:				
Установка ограждений барьерного типа	1 п.м.	2790	3200	8928000
Установка пешеходных ограждений со стоимостью материала	м	1860	4875	9067500
Итого прямых затрат, руб.				18330300
Накладные расходы, руб. (17,5%)				3207803
Сметная себестоимость, руб.				21538103
Плановые накопления, руб. (6%)				1292286
Всего сметная стоимость, руб.				22830389

Таблица 3.4 – Смета на обстановку и принадлежности дороги на участке УДС ул. Новосибирская – ул. Новой жизни

Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Кол-во единиц измерения	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
Дорожные знаки:				
Круглые	шт.	6	3217	19302
Квадратные	шт.	3	2714	8142
Треугольные	шт.	17	2457	41769
Монтаж дорожных знаков на стойке	шт.	26	2700	70200
Разметка проезжей части:				
Сплошная (1.1)	м	20,2	720	14544
Двойная сплошная (1.3)	м	138,9	580	80562
Пунктирная (1.5)	п.м	337,4	900	303660
Стоп – линии (1.12)	м <sup>2</sup>	5	580	2900
Треугольники (1.13)	м <sup>2</sup>	2,3	420	966
Стрелы (1.18)	шт	4	420	1680
Треугольник (1.20)	шт	1	420	420
Вертикальная, опасный участок (2.5)	п.м	59,7	900	53730
Бордюры (2.7)	п.м	73	900	65700
Устройство ограждений:				
Установка ограждений барьерного типа	1 п.м.	59,7	3200	191040
Установка пешеходных ограждений со стоимостью материала	м	59,7	4875	291037,5
Итого прямых затрат, руб.				1145653
Накладные расходы, руб. (17,5%)				200489,2
Сметная себестоимость, руб.				1346142
Плановые накопления, руб. (6%)				80768,5
Всего сметная стоимость, руб.				1426910

Таблица 3.5 – Сводная смета затрат на комплекс мероприятий

Наименование работ и затрат	Общая сметная стоимость, руб.
Прочие работы и затраты:	
Дополнительные затраты при производстве работ в зимнее время	890046
Очистка территории при строительстве	900943,45
Доплаты по сдельно - премиальной системе оплаты труда	356019
Основные затраты:	
Смета на земляные работы	1826510
Смета на строительство эстакады	556788930
Смета на обстановку и принадлежности эстакады и развязок	28329547
Всего по сметам:	593181925

Из таблицы 3.5 видно, общая смета всех затрат на комплекс мероприятий по ОДД Железнодорожного района составляет 593 189 925 рублей.

### 3.2 Расчет экономии от снижения затрат времени транспорта

Экономия от снижения затрат времени транспорта определяется как разница между скоростью времени ( $C_{тр}$ ), теряемого на каждом пересечений в существующих и проектируемых условиях [5]:

$$\mathcal{E}_{тр} = C_{тр}^{сущ} - C_{тр}^{пр}, \quad (3.1)$$

где  $\mathcal{E}_{тр}$  – экономия от снижения затрат времени транспорта на пересечении, рублей;

$C_{тр}^{сущ}$  – стоимость времени простоя в существующих условиях, рублей;

$C_{тр}^{пр}$  – стоимость времени простоя в проектируемых условиях, рублей.

Если результат получается отрицательным, это означает, что мероприятия вызывает не снижение, а повышение затрат времени транспорта, и в дальнейших расчетах этот результат учитывается со знаком «минус».

Определим стоимость времени, теряемого на каждом из этих пересечений в существующих и проектируемых условиях по формуле [5]:

$$C_{тр} = T \cdot S_{a-ч}, \quad (3.2)$$

где  $T$  – затраты времени, с;

$S_{a-ч}$  – стоимость автомобиле - часа.

Стоимость 1 авт – часа по типам автомобилей принимаем: грузовой автомобиль – 320 рублей; легковой автомобиль – 200 рублей; автобус – 550 рублей.

Средняя стоимость 1 автомобиля – часа с учетом состава потока определится [5]:

$$S_{a-ч} = 320D_{gp} + 200D_l + 550D_a, \quad (3.3)$$

Где  $S_{a-ч}$  – средняя стоимость 1 автомобиля – часа с учетом состава потока, рублей;

$D_{gp}$  – удельный вес грузовых автомобилей;

$D_l$  – удельный вес легковых автомобилей;

$D_a$  – удельный вес автобусов.

На участке УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера:

$$S_{a-ч} = 320 \cdot 0,06 + 200 \cdot 0,88 + 550 \cdot 0,06 = 228,2 \text{ руб.}$$

На участке УДС ул. Новосибирская:

$$S_{a-ч} = 320 \cdot 0,025 + 200 \cdot 0,95 + 550 \cdot 0,025 = 211,75 \text{ руб.}$$

Величина затрат времени за год (для регулируемого пересечения) определяется по формуле, авт·час [5]:

$$T_{mp} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{(N_{гл} + N_{вт}) \cdot t_{cp}}{K_n}, \quad (3.4)$$

где  $N_{гл}$ ,  $N_{вт}$  – интенсивность движения по главной и второстепенной дороге в час «пик» в приведенных единицах;

$K_n$  – коэффициент неравномерности в течение суток (0,1);

$t_{cp}$  – средняя задержка одного автомобиля на регулируемом перекрестке, сек.

Для участка УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – ул. Республики в существующих условиях:

$$T_{mp} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{(7393) \cdot 61,014}{0,1} = 457341,5 \text{ авт} \cdot \text{час.}$$

Для участка УДС ул. Новосибирская в существующих условиях:

$$T_{mp} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{(500) \cdot 0,0001}{0,1} = 0,51 \text{ авт} \cdot \text{час.}$$

Стоимость потерь времени при существующих условиях составит:

$$C_{mp}^{суц} = 457341,5 \cdot 228,2 + 0,51 \cdot 211,75 = 104365438,3 \text{ руб.}$$

Для участка УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – ул. Республики в проектируемых условиях:

$$T_{np.mp} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{(5175) \cdot 0,058}{0,1} = 304,3 \text{ авт} \cdot \text{ час.}$$

Для участка УДС ул. Новосибирская в проектируемых условиях:

$$T_{np.mp} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{(2651) \cdot 0,278}{0,1} = 352,9 \text{ авт} \cdot \text{ час.}$$

Стоимость потерь времени при проектируемых условиях составит:

$$C_{mp}^{np} = 304,3 \cdot 228,2 + 352,9 \cdot 211,75 = 144167,9 \text{ руб.}$$

Экономия от снижения затрат времени транспорта составит:

$$\mathcal{E}_{mp} = 104365438,3 - 144167,9 = 104221270,4 \text{ руб.}$$

Таким образом, разница затрат времени задержек транспорта составила 104221270,4 рубля. Данный результат получился положительным, это значит, что предложенные мероприятия эффективны, так как значительно снижают транспортные задержки.

### **3.3 Расчет срока окупаемости комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС Железнодорожного района г. Красноярск**

Срок окупаемости – минимальный временной период от начала осуществления инвестиционного проекта до момента, когда первоначальные инвестиционные вложения покрываются суммарными результатами от его осуществления.

Суммарный результат – это суммарная экономия от внедряемых мероприятий [5].

При расчете срока окупаемости используют коэффициент дисконтирования (норма дисконта), который определяется по формуле [15]:

$$\alpha = \frac{1}{(1+K)^n}, \quad (3.5)$$

где  $n$  – период времени;

$K$  – ставка Центробанка на текущий год (7,25 %).

$$\alpha_1 = \frac{1}{(1+0,0725)^1} = 0,93$$



Таблица 3.6 – Расчет срока окупаемости предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД Железнодорожного района г. Красноярска

Год	Инвестиции в проект	Экономия сокращения потерь общественно необходимых затрат, т.руб.	Коэффициент дисконтирования	Возвратные суммы на первоначально вложенный капитал, т.руб.
1	593181925	104221270,4	0,93	96925781,47
2			0,865	90151398,9
3			0,805	83898122,67
4			0,749	78061731,53
5			0,697	72642225,47
6			0,648	67535383,22
7			0,603	62845426,05
8			0,561	58468132,69
Сумма:				610528202
Срок окупаемости, лет				8

Инвестиции в размере 593 181 925 рублей окупаются в допустимые сроки (8 лет), что является нормальным для такого масштабного типа проекта: строительство эстакады с развязками в с двух сторон на участке УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера, и участок УДС ул. Новосибирская – ул. Новой жизни – ул. Куйбышева.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе были рассмотрены варианты совершенствования ОДД на участках УДС Железнодорожного района города Красноярска (ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера; ул. Новосибирская – ул. Новой жизни). Был проведен комплексный анализ существующей схемы организации движения, анализ интенсивности и состава транспортных потоков, анализ аварийности.

На основании произведенных анализов были предложены следующие мероприятия по совершенствованию ОДД:

1 создание дополнительной полосы на ул. Республики в сторону центра. Данная полоса позволяет исключить задержки, создаваемые автомобилями, движущимися с ул. Маерчака, для основного потока, который движется с эстакады. Также при введении данной полосы потребуются перенос металлических ограждений АЗС «КНП», в дальнейшем необходим снос данной заправки [17];

2 организация правоповоротных шлюзов для заезда и съезда на эстакаду;

3 установка вдоль проезжей части пешеходных ограждений на всем участке УДС. Такое ограждение исключит несанкционированное появление пешеходов на проезжей части, которые создают аварийные ситуации на дороге;

4 расчет и изменение циклов светофорного регулирования на пересечениях ул. Робеспьера – ул. Республики. На данном перекрестке будет введен основной поток, спускающийся с эстакады. Исходя из этого, следует рассмотреть необходимость изменения цикла светофорного регулирования;

5 в связи с разработкой новой организацией движения, введения эстакады с ул. Новосибирская на ул. Маерчака, ул. Профсоюзов, ул. Республики, ул. Робеспьера, необходима установка дополнительных информационных, предписывающих и других дорожных знаков.

6 организация парковочных мест под проектируемым путепроводом.

7 по направлению движения с ул. Маерчака по ул. Профсоюзов, справа расположена нерентабельная заправка «25 часов». Снос данной АЗС, позволит организовать наиболее предпочтительную и безопасную парковочную стоянку, взамен текущей (неорганизованной) на стыке двух данных улиц.

Оценка предложенных мероприятий была проведена с помощью немецкой программы моделирования транспортных потоков PTV Vision® VISSIM. Анализ результатов моделирования показал, что предлагаемые мероприятия, в частности, строительство эстакады являются эффективными и наиболее перспективными, так как обеспечивают необходимую пропускную способность, тем самым увеличивая среднюю скорость движения, сокращая транспортные задержки, что приводит к значительной экономии (104221270 рублей) от снижения затрат времени транспорта.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

АСУД – автоматическая система управления движением

АЗС – автозаправочная станция

ДТП – дорожно – транспортное происшествие

ЕРЕР – сборник единых районных единичных расценок

МО – металлическое ограждение

ОДД – организация дорожного движения

ПДД – правила дорожного движения

ППО – правоповоротное ответвление

П1 – светофор пешеходный с круглой линзой

Т1 – светофор транспортный без учета сигналов дополнительных секций

ТС – транспортное средство

УДС – улично – дорожная сеть

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 ГОСТ Р 51256 – 99 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования». Введ. 30.03.1999. – Москва: Госстандарт, 1979. – 22 с.
- 2 ГОСТ Р 52290 – 2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования». Введ. 30.03.1999. – Москва: Госстандарт, 1979. – 24 с.
- 3 ГОСТ 26804 – 86 Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия. Введ. 19.12.1985. – Москва: Госстандарт, 1987. – 16 с.
- 4 Ильина, Н. В. Расчет инвестиций в мероприятия по повышению безопасности дорожного движения: Метод. указание/ Н.В. Ильина. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 40 с.
- 5 Ильина, Н. В. Экономическое обоснование мероприятий по повышению безопасности движения: Метод. указание/ Н.В. Ильина. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 27 с.
- 6 Клиновштейн, Г.И., Афанасьев, М.Б. Организация дорожного движения: Учебник для автомобильно – дорожных вузов и факультетов. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
- 7 Красноярск. Администрация города. [Электронный ресурс]: Генеральный план территориального развития города Красноярск. – Режим доступа: <http://www.admkrsk.ru>.
- 8 Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения: Учеб. для вузов/Ю. А. Кременец. – М.: Транспорт, 2005 – 255 с.
- 9 Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов: учеб. для вузов/ Е.М.Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 236 с.
- 10 Методические рекомендации по применению дорожных ограждений различного типа на автомобильных дорогах федерального значения/ Отраслевой дорожный методический документ (Росавтодор) – М.: 2013. – 41 с.
- 11 Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Пути сообщения и технологические сооружения» проект транспортной развязки (по типу «полный клеверный лист») Красноярск, СФУ – 102 с.
- 12 ОДМ 218.2.020 – 2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. Введ. 01.03.2012 М.: Росавтодор 2012. – 49 с.
- 13 Правила дорожного движения РФ. Москва «Третий Рим», 2018 –64 с.
- 14 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. СТО 4.2–07–2014. Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60 с.

15 СНиП 2.05.02-85. Строительные нормы и правила. Конструктивные параметры дороги. Правила дорожного движения. Научно-издательское предприятие. 2-Р – М.: 1994. – 63 с.

16 СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. Введ. 1.01.1980 М.: Строй. издат, 1980. – 48 с.

17 СП 156.13130.2014 Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Свод правил – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200110842>.

18 СТО 2.2 – 2013 Рекомендации по прогнозированию интенсивности дорожного движения 2-Р. – М.: 2013. – 34 с.








## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Дислокация дорожных знаков, разметки, светофоров на существующей УДС

Таблица А.1– Дислокация дорожных знаков установленных на существующем участке УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера

Номер, обозначение и название знака	Место установки	Количество	Способ установки
 1.22 «Пешеходных переход»	Расположен на осветительной мачте на расстоянии менее 50м до нерегулируемого пешеходного перехода ул. Республики (1шт)	1	на стойке
 2.1 «Главная дорога»	Расположен на пересечении ул.Республики – ул. Робеспьера дублирующий (2шт); расположение на мачте освещения на расстоянии 2м (1шт); расположение на дублирующем перекрестке ул. Республики – ул. Робеспьера на стойке возле АЗС (1шт); расположен на съезде с ул. Республики на ул. Маерчака на осветительной мачте (1шт)	5	на стойке
 2.2 «Конец главной дороги»	Расположен на съезде с ул. Маерчака на ул. Профсоюзов на стойке вместе со знаком 2.4 (1шт)	1	на стойке
 2.4 «Уступите дорогу»	Расположен на подъезде с ул. Республики на ул. Робеспьера (1шт); Расположен на Т-образном перекресте дублирующей ул. Робеспьера на ул. Республики (1шт); Расположен на пересечении выезда с отделения полиции на ул. Республики (1шт); Расположен на съезде с ул. Маерчака на ул. Профсоюзов (1шт)	4	на стойке
 2.5 «Движение без остановки запрещено»	Расположен на расстоянии 15м от пересечения ул. Маерчака – ул. Республики на растяжке	1	на стойке

Продолжение таблицы А.1

Номер, обозначение и название знака	Место установки	Количество	Способ установки
 3.1 «Везд запрещен»	Расположен на пересечении ул. Робеспьера – ул. Республики с правой и левой стороны, как дублирующий (2шт); Расположен на напротив сворота с ул. Маерчака во избежание выезда на встречное движение ул. Республики (1шт)	3	на стойке
 3.4 «Движение грузовых автомобилей запрещено»	Расположен на съезде с ул. Республики на ул. Маерчака (1шт); Расположен на перекрестке ул. Маерчака - ул. Республики (1шт)	2	на стойке
 3.24 «Ограничение максимальной скорости»	Расположен на съезде с ул. Республики на ул. Маерчака на одной стойке вместе со знаком 3.27 (1шт)	1	на стойке
 3.27 «Остановка запрещена»	Расположен на съезде с ул. Республики на ул. Маерчака на одной стойке вместе со знаком 3.24 (1шт); Расположен на пересечении выезда с отделения полиции на ул. Республики (1шт); Расположен на ул. Республики со стороны центра справа от АЗС (1шт); Расположен на свороте с ул. Республики на ул. Робеспьера на стойке совместно со знаком 8.24 (1шт); Расположен слева ул. Робеспьера совместно со знаком 8.2.3(1шт); Расположен слева на ул. Профсоюзов рядом с выездов из двора (1шт)	6	на стойке
 4.1.1 «Движение прямо»	Расположен на Т-образном перекресте дублирующей ул. Робеспьера на ул. Республики (1шт)	1	на стойке
 4.1.2 «Движение направо»	Расположен на съезде правоповоротного шлюза с ул. Робеспьера на ул. Республики совместно со знаком 2.4 (1шт)	1	на стойке
 4.2.3 «Объезд препятствия справа или слева»	Расположен на островке безопасности на стойке совместно со знаком 8.22.3 (1шт)	1	на стойке

Окончание таблицы А.1






Номер, обозначение и название знака	Место установки	Количество	Способ установки
 5.15.2 «Направление движения по полосам»	Расположен на расстоянии 15 м. от пересечения ул. Маерчака – ул. Республики (1шт); Расположен на расстоянии 10 м. от перекрестка ул. Республики – ул. Робеспьера (1шт)	2	на стойке
 5.19.1/5.19.2 «Пешеходный переход»	Расположены по краям пешеходных переходов с островка безопасности справа 5.19.2, слева 5.19.1 (4шт); Расположен по краям пешеходного перехода через ул. Робеспьера на разрешающий сигнал светофора (2шт); Расположен по краям пешеходного перехода через ул. Республики в 9 м. от АЗС (2шт);	8	на стойке
 6.16 «Стоп - линия»	Расположены по краям ул. Робеспьера около светофоров на расстоянии 4м. с двух сторон как дублирующий знак (2шт)	2	на стойке
 8.2.3 «Конец зоны действия»	Располагается на стойке совместно с таким знаком как 3.27 слева от ул. Робеспьера (1шт)	1	на стойке
 8.2.4 «Зона действия знака»	Располагается на стойке совместно с таким знаком как 3.27 слева от ул. Робеспьера (1шт)	1	на стойке
 8.13 «Направление главной дороги»	Расположен на пересечении выезда с отделения полиции на ул. Республики на стойке совместно со знаком 2.4 (1шт)	1	на стойке
 8.22.3 «Препятствие»	Расположен на островке безопасности на стойке совместно со знаком 4.2.3 (1шт)	1	на стойке
 8.24 «Работает эвакуатор»	Расположен на свороте с ул. Республики на ул. Робеспьера на стойке совместно со знаком 3.27 (1шт)	1	на стойке



Таблица А.2 – Дислокация дорожной разметки на существующем участке УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики











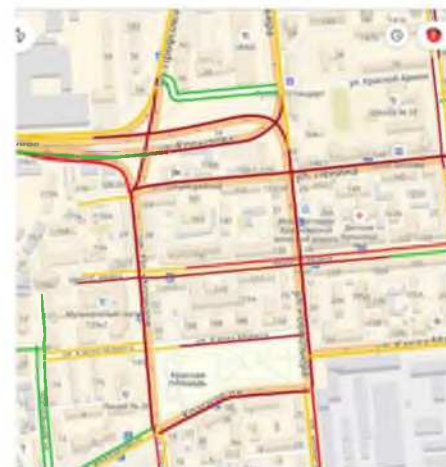
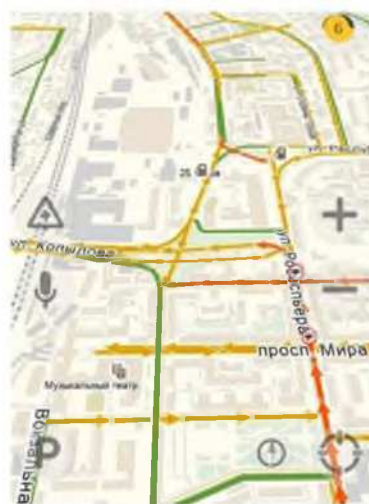
Номер разметки	Назначение	Место нанесения
 1.1	Разделение транспортных потоков противоположных направлений. Обозначение полос движения	Наносится на ул. Робеспьера длиной 33м, ул. Республики 20м и 67м.
 1.3	разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах, имеющих четыре полосы движения и более	Наносится на ул. Маерчака 12м, перед разрывом и разметкой 1.1
 1.5	Разделение транспортных потоков противоположных направлений. Обозначение полос движения	Наносится на ул. Республики возле правоповоротного шлюза 62м, на ул.Профсоюзов 80м
 1.6	Обозначение приближения к сплошной линии продольной разметки	На ул. Робеспьера перед разметкой 1.1, при движении с ул. Маерчака на ул. Профсоюзов
 1.7	Обозначение полосы движения в пределах перекрестка	По краям заезда и съезда на АЗС на ул. Республики 34м
 1.11	Разделяет транспортные потоки противоположных или попутных направлений на дорог, где перестроение разрешено только из одной полосы	Наносится возле правоповоротного шлюза на ул. Республики 32м.
 1.12	Указывает место, где водитель должен остановиться	Наносится перед разметкой 1.14.1 на ул. Робеспьера на расстоянии 3,2м
 1.14.1	Обозначает пешеходный переход	В количестве 4шт, на ул. Робеспьера и ул. Республики на расстоянии 3,2 -3,8м.

Таблица А.3 – Дислокация светофорных объектов расположенных на участке УДС ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики

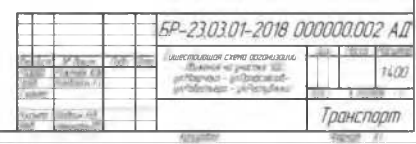
Номер разметки	№ светофора	Назначение	Количество	Место нанесения
	Т1	Светофор транспортный светодиодный Т.1.1	2	Расположены по краям ул. Робеспьера на расстоянии 4метра перед началом перекрестка (2шт)
	П1	Светофор пешеходный светодиодный П.1.1	2	Расположены по краям ул. Робеспьера на расстоянии 1 и 4 метра перед началом перекрестка. (2шт)

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

### **Листы графической части**



БР-230301-2018 000000.001 АД		11	
Транспорт		11	



БР-23.03.01-2018 000000.003 АД

509	398
3-4	3-5
907	

3

ул. Мухоморова 2

1127	563	2
2-3	2-4	2-5
8692		

2

ул. Рязанская

А.С. Мухоморова

830	2	398
1-5	2-5	3-5
1230		

5

Парковочная зона

4

247	1127	509
1-4	2-4	3-4
8687		

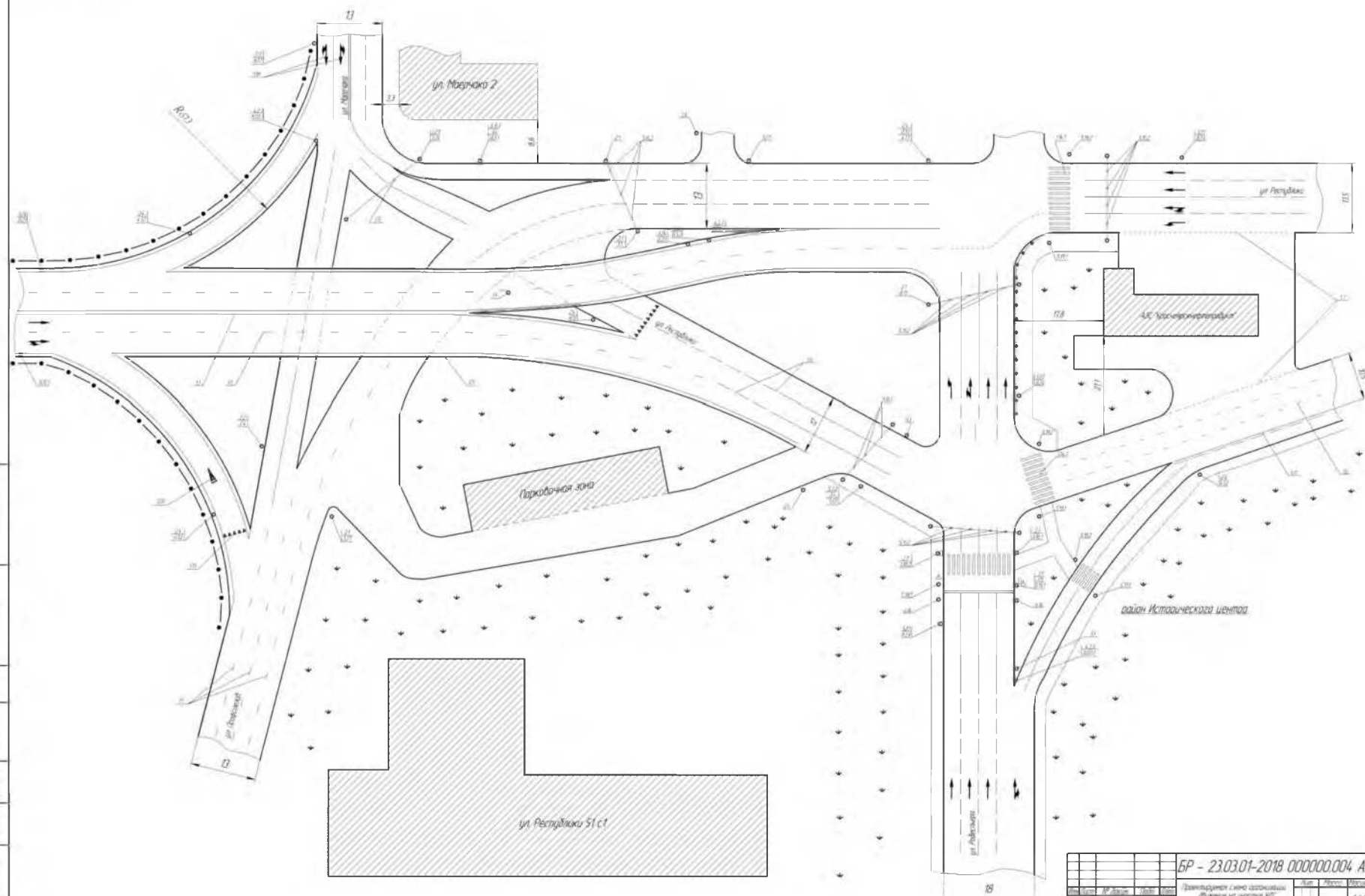
ул. Рязанская 57 с/п

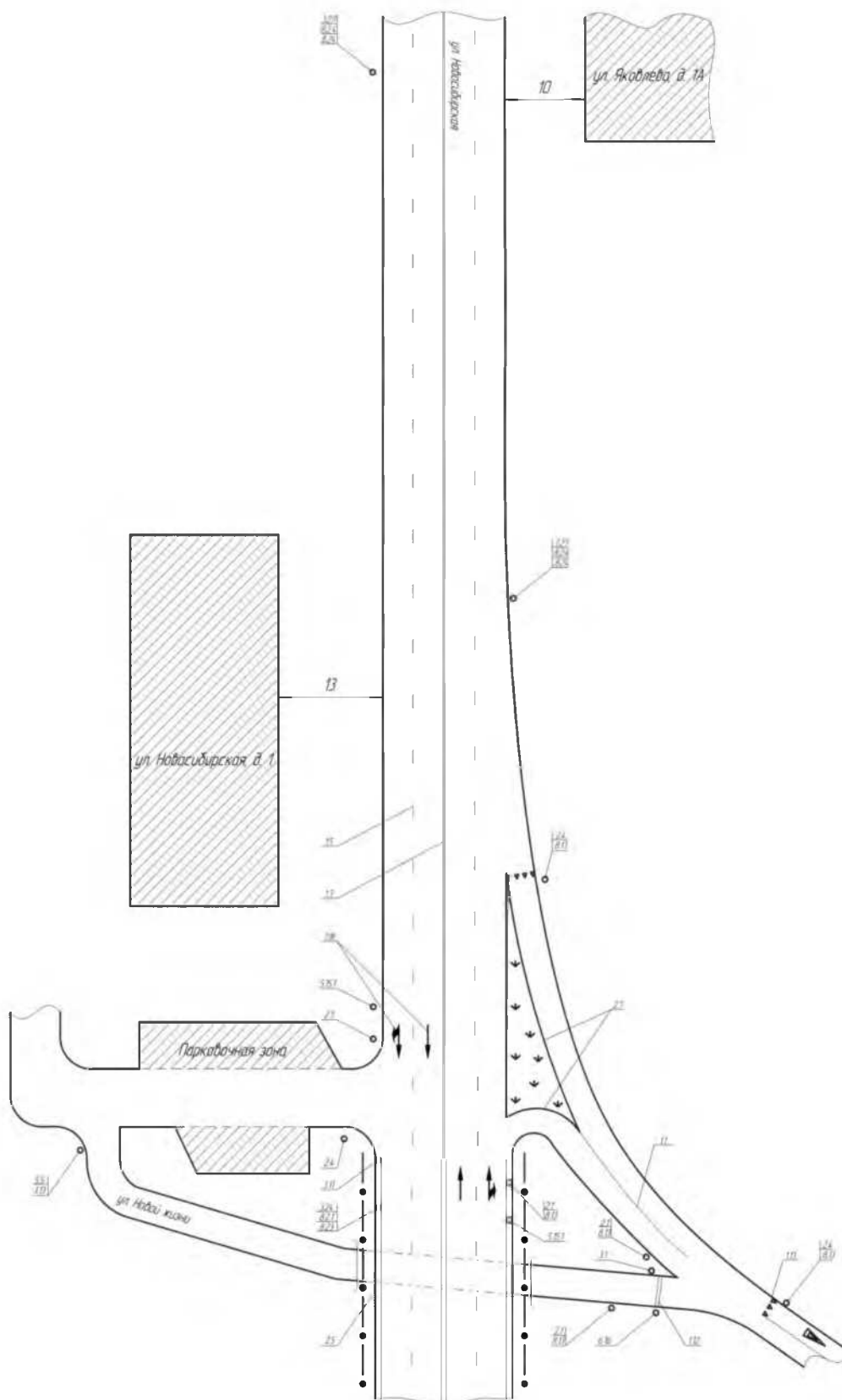
604	247	830
1-3	1-4	1-5
8687		

1

БР-23.03.01-2018 000000.003 АД			
1400			
Транспорт			

Лист 47

[illegible]



						БР-23.03.01-2018 000000005 АД				
№ докум.	№ докум.	Дата	Время	Проектируемая схема организации движения на участке УДС ул. Новосибирская - ул. Новая жизнь			Авт.	Масса	Максимальная	
Грузов	Грузовик 100									1400
Груз	Вездеход 10									
Исполн.							Исх.	Исполн.		
Исполн.	Швабман Н.В.						Транспорт			

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**Презентационный материал**



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «Транспорт»

## **БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.01 Технология транспортных процессов

«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО  
ДВИЖЕНИЯ ПО УДС Г. КРАСНОЯРСКА (УЛ. МАЕРЧАКА, УЛ. ПРОФСОЮЗОВ,  
УЛ. РЕСПУБЛИКИ, УЛ. РОБЕСПЬЕРА, УЛ. НОВОСИБИРСКАЯ)»

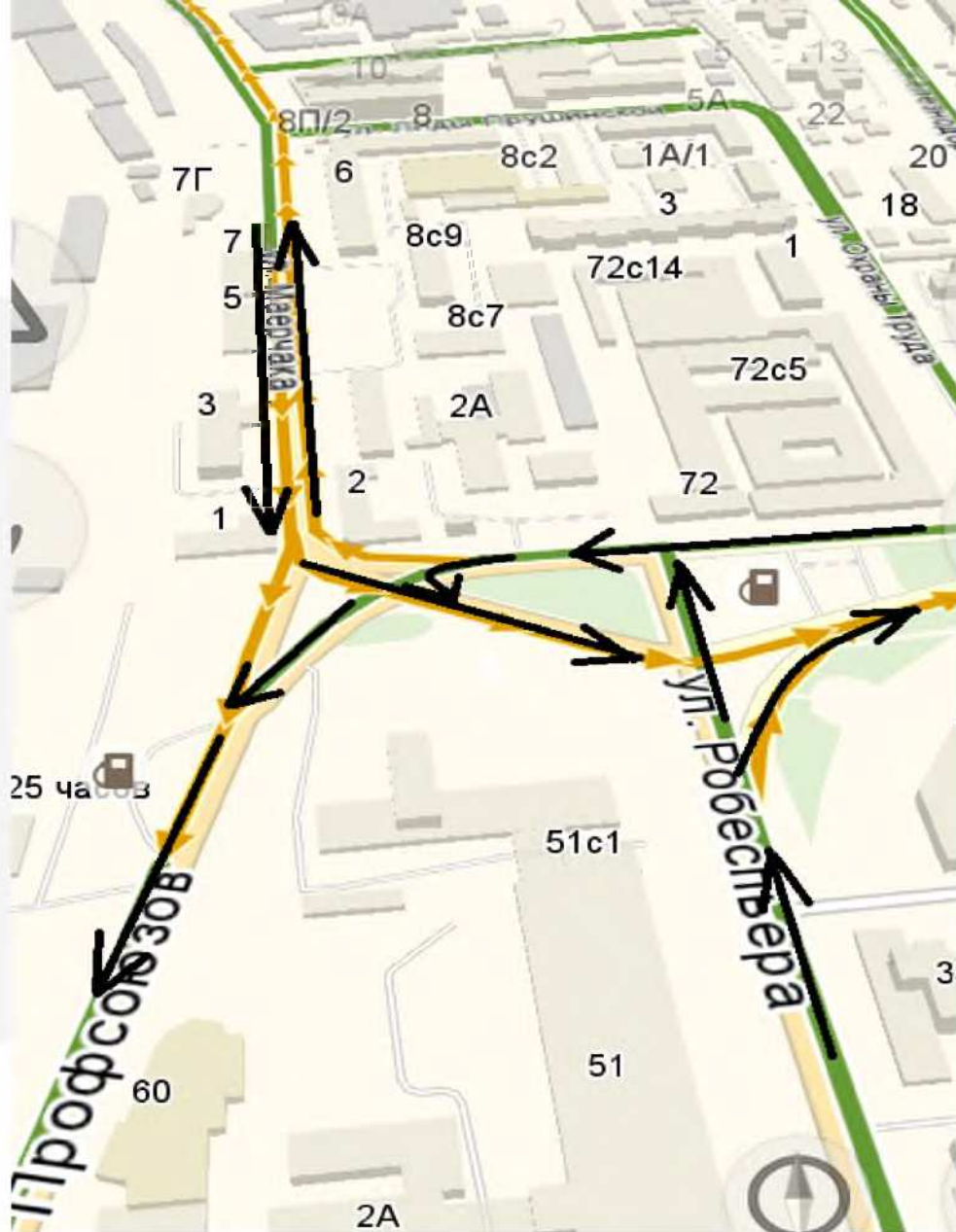
Руководитель

Е.С. Воеводин

Выпускник

Ю.Ю. Роженюк

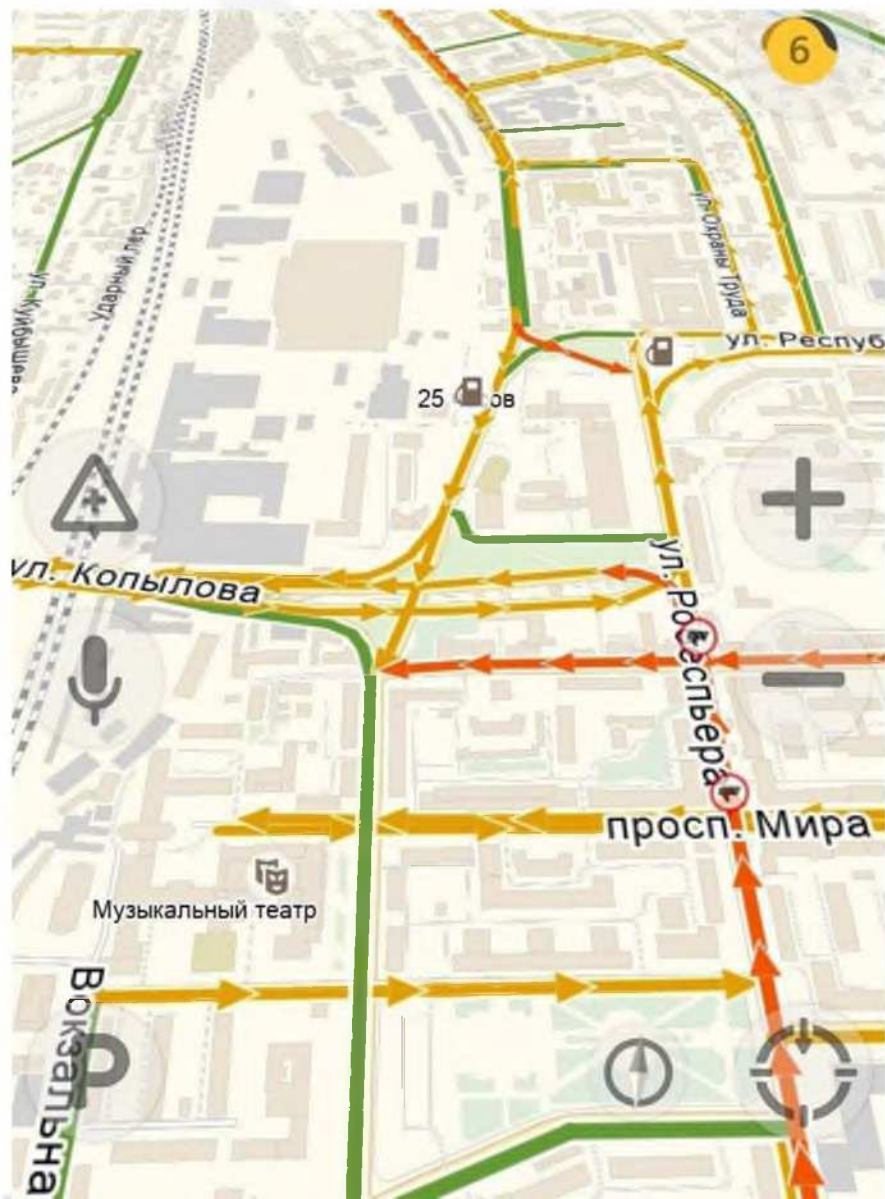
Красноярск 2018



Схемы движения на рассматриваемом участке УДС  
ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера<sup>2</sup>

# Заторовые ситуации на существующем участке УДС

Утренний час «пик»



Вечерний час «пик»





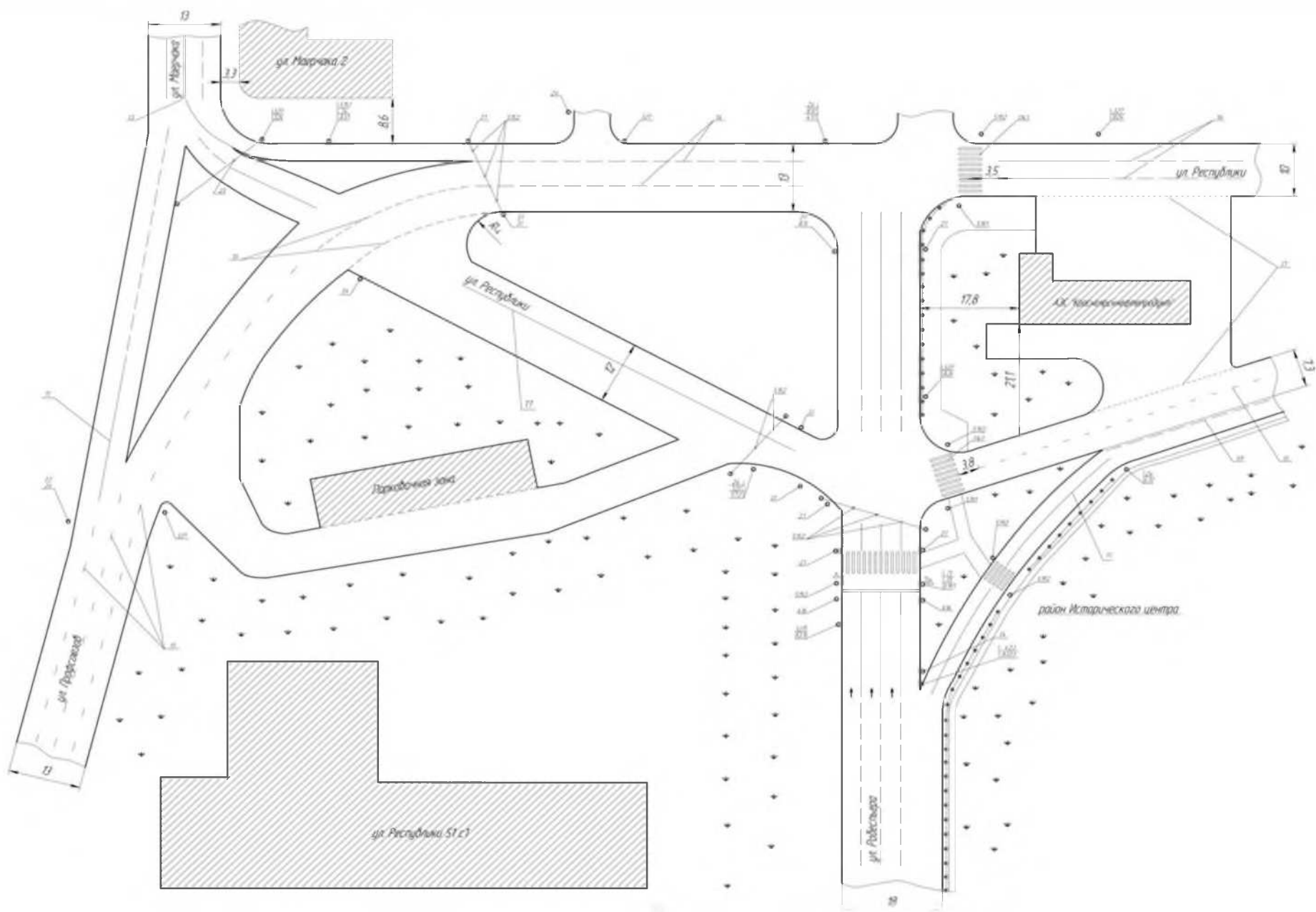


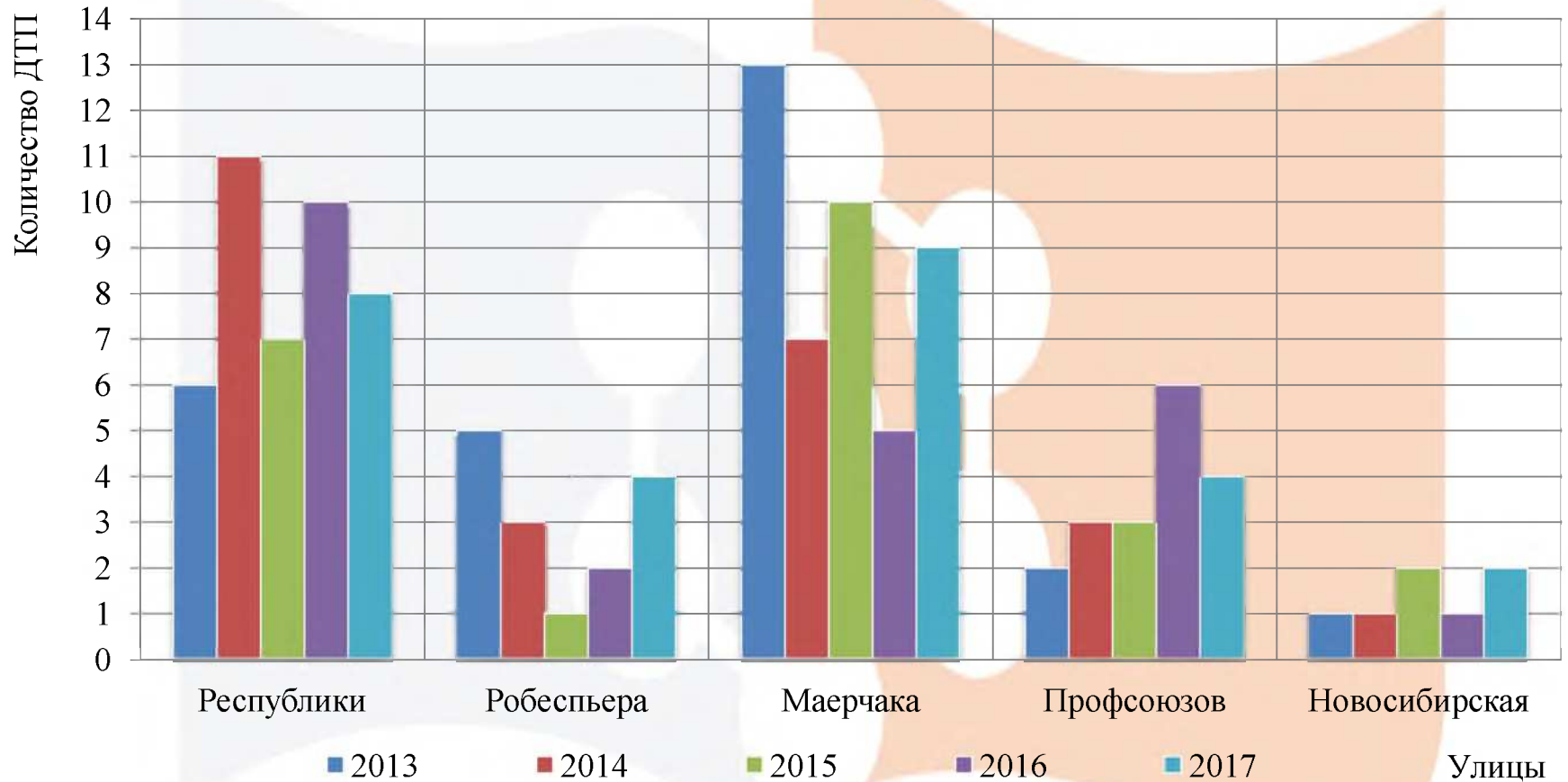
Схема существующей ОДД на пересечении  
ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера



Таблица 1 - Протокол изменения интенсивности движения ТС на магистральных улицах ЖД района ул. Копылова, пр. Свободный в утренний и вечерний часы «пик»

Показатели	ул. Копылова		пр. Свободный	
	в центр города	из центра города	в центр города	из центра города
Интенсивность утром	2346	1284	2307	1056
Интенсивность вечером	1672	2243	1575	2960
Уровень загрузки, %	0,77		0,75	

# Анализ состояния аварийности на участках УДС г. Красноярска



Поставленные задачи, в соответствии с  
выбранными методами  
организации дорожного движения

Создание  
дополнительной  
полосы на  
ул. Республики

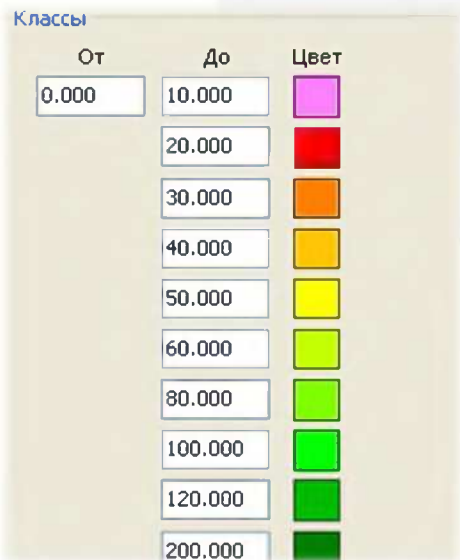
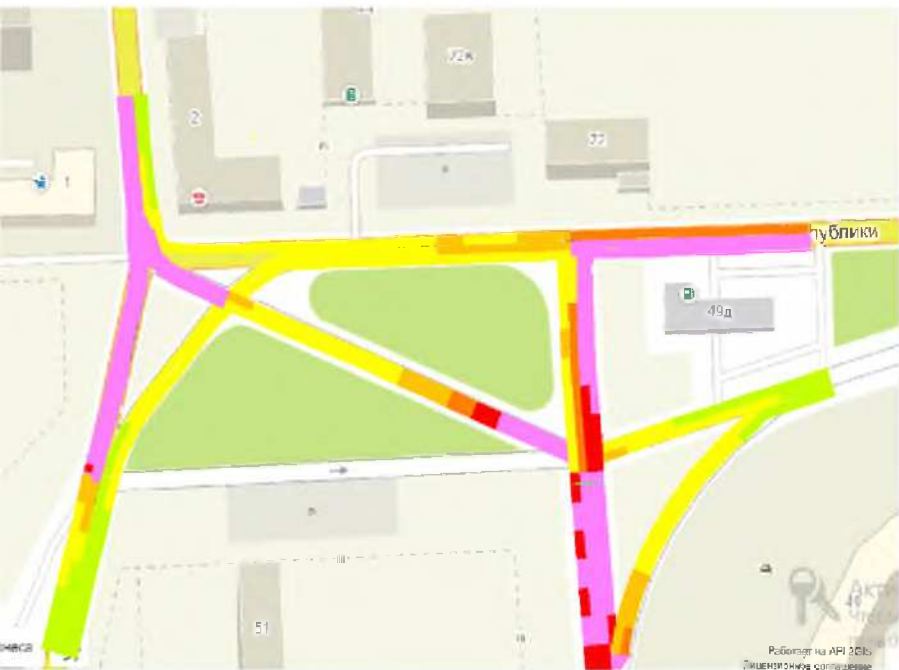
Изменение и  
расчет циклов  
светофорного  
регулирования

Введение  
движения в  
разных уровнях  
(путепровод)

Расстановка  
дорожных  
знаков



## Вариант ОДД: существующий



## Вариант ОДД: светофорное регулирование



Цветовое отображения состояния транспортных потоков при проектировании светофорного регулирования на пересечении ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера с помощью программы Vissim.

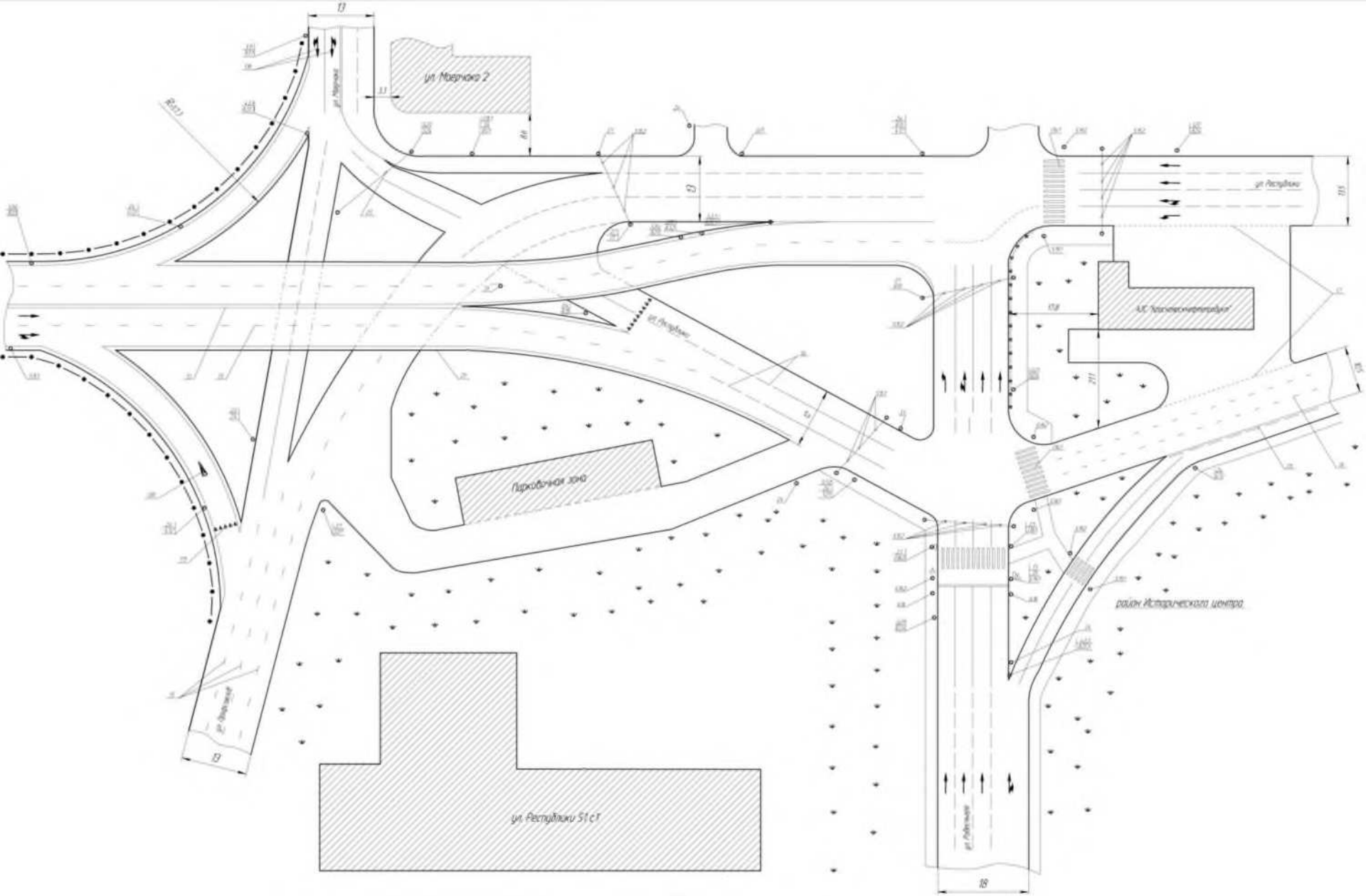


МОСТЫ И ПУТЕПРОВОДЫ



МНОГОУРОВНЕВЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ РАЗВЯЗКИ

Вариант исполнения эстакады согласно утвержденному генеральному плану города  
Красноярска



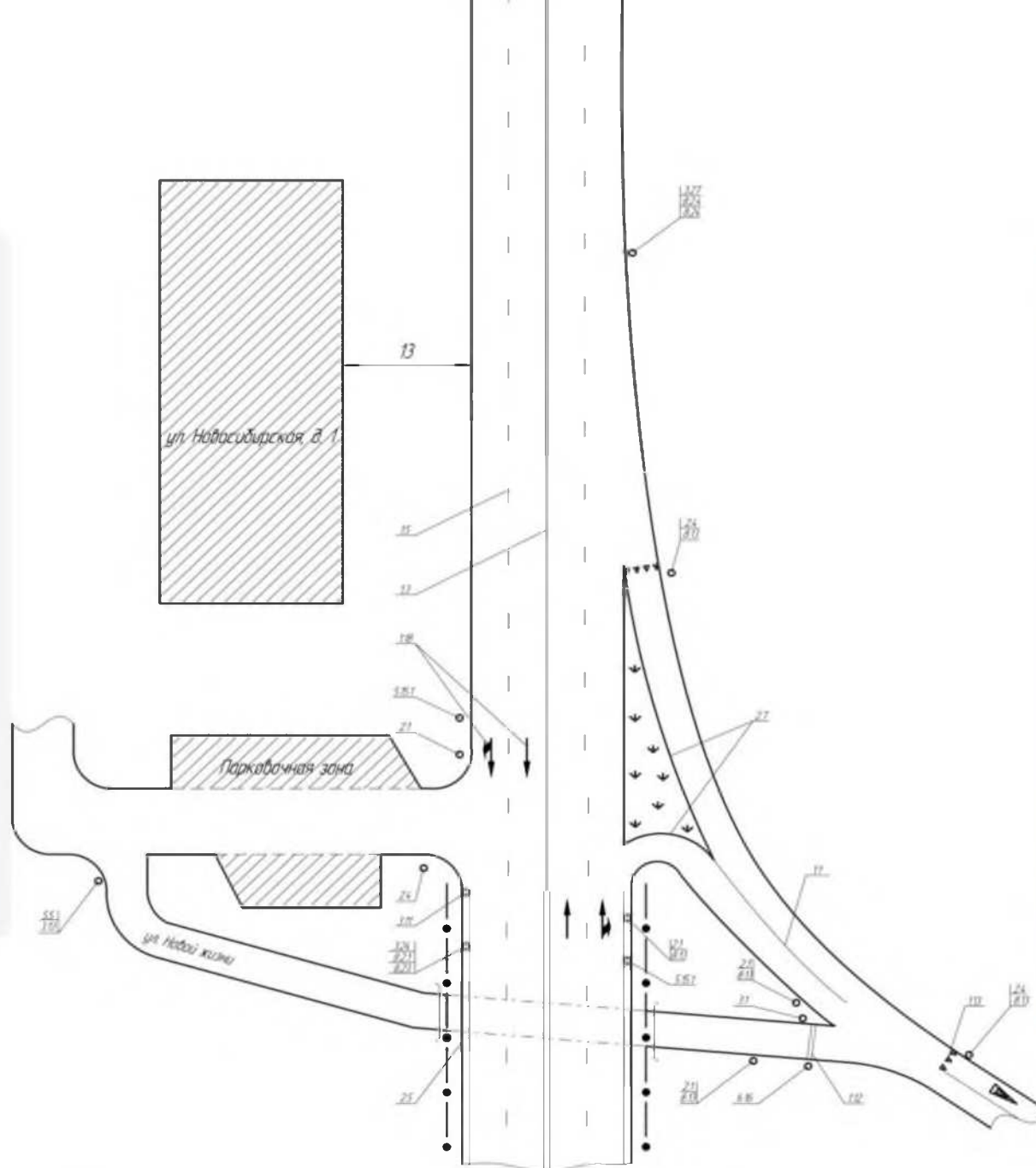
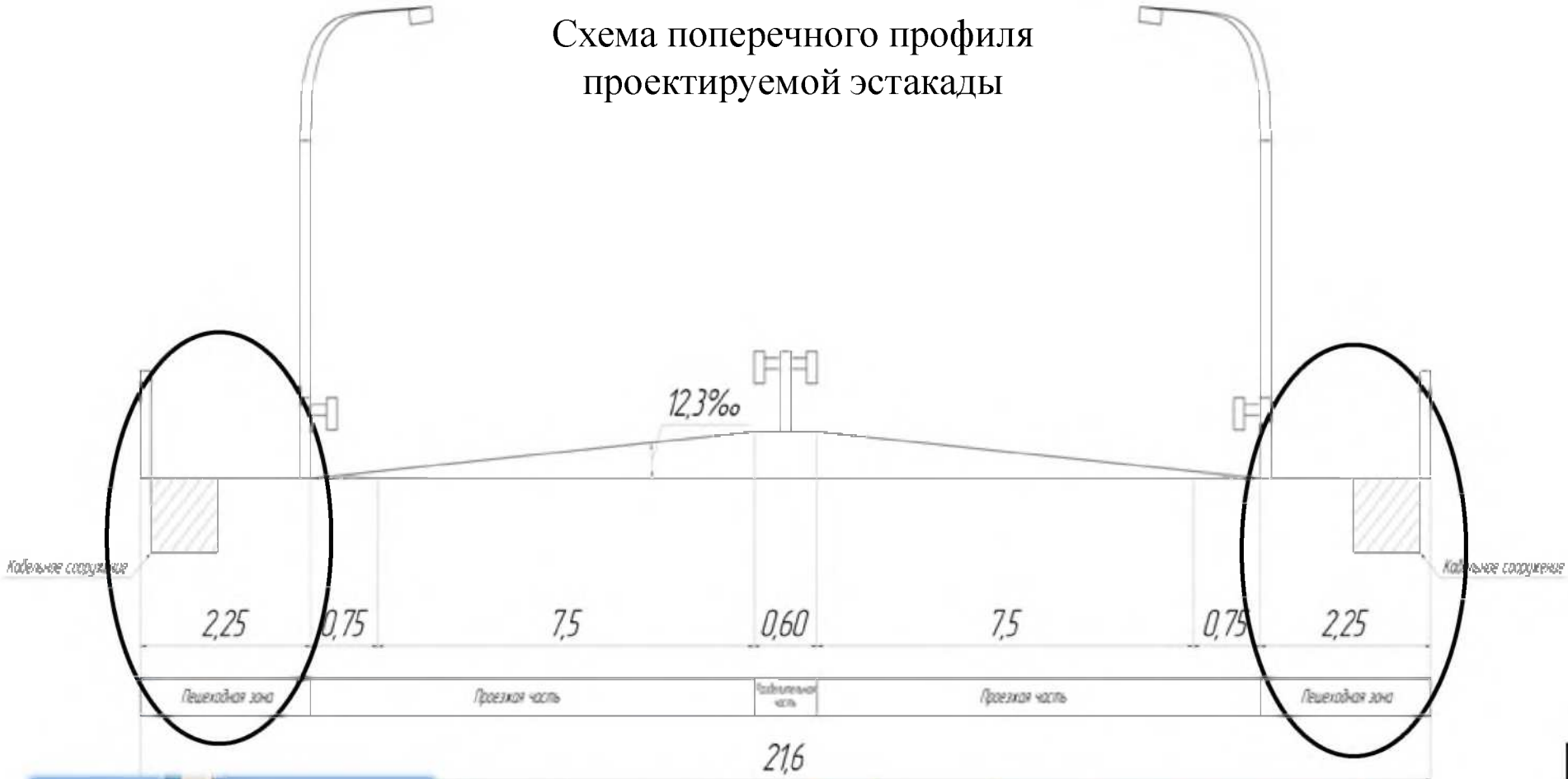
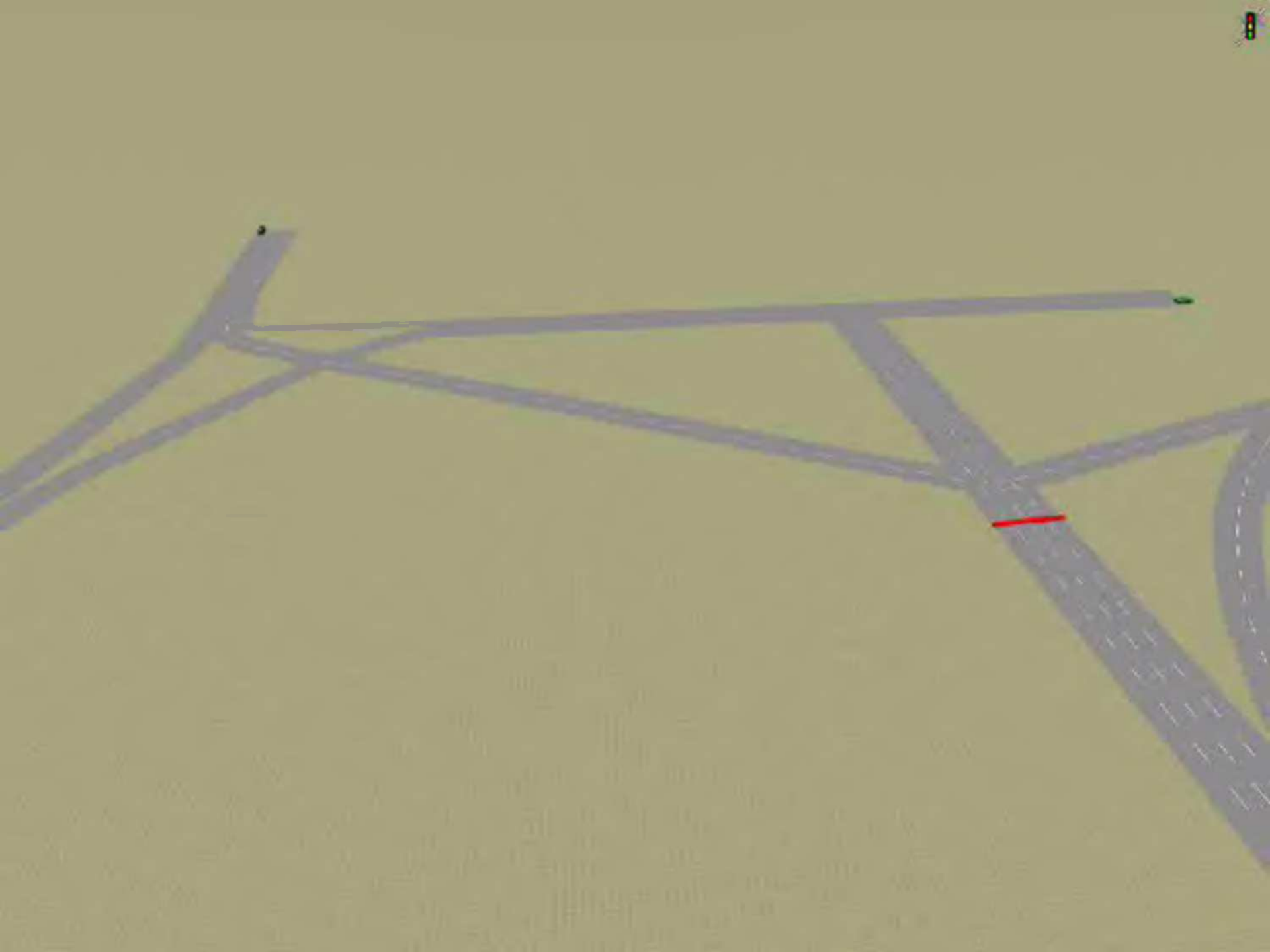


Схема проектируемой ОДД на участке УДС ул. Новосибирская— ул. Новой жизни

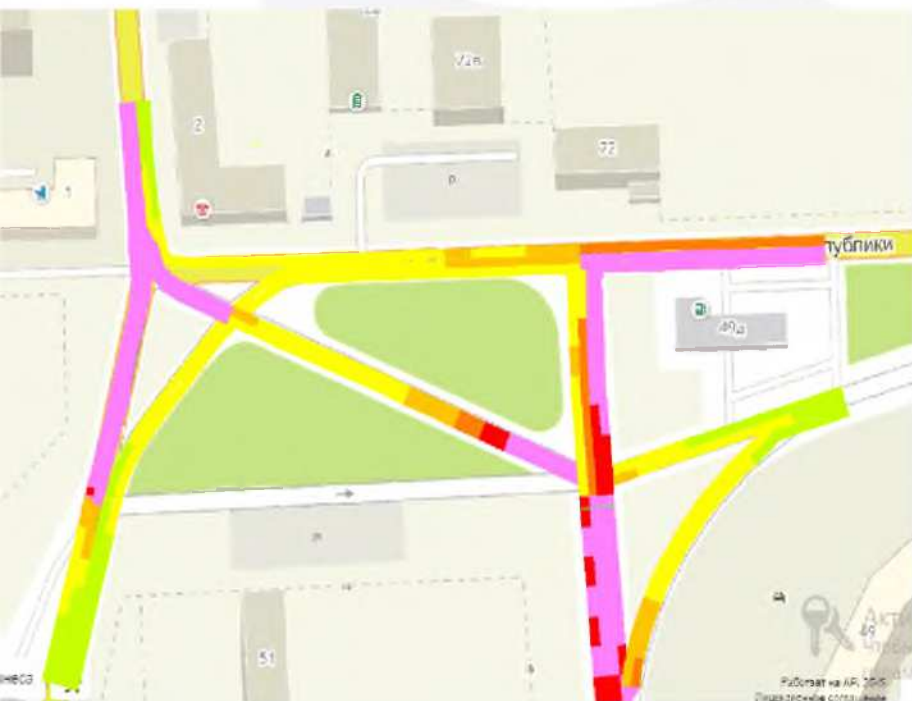


# Схема поперечного профиля проектируемой эстакады





Вариант ОДД: существующий

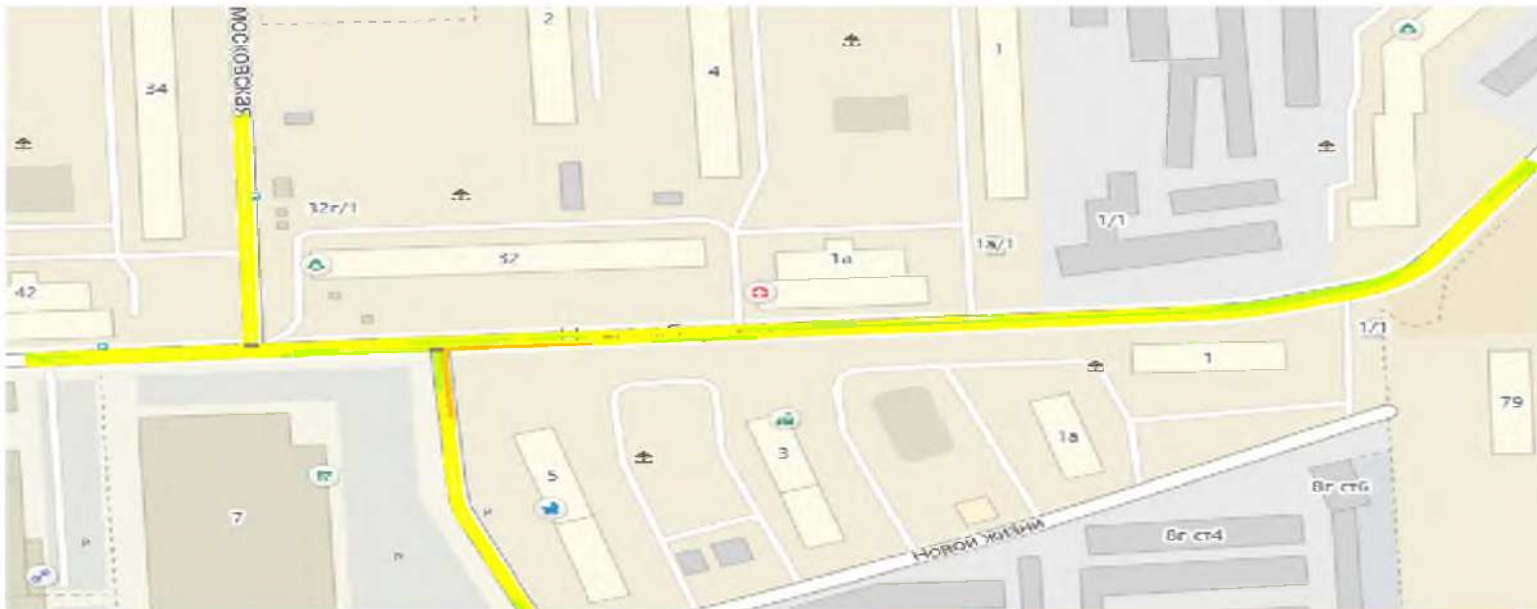


Вариант ОДД: развязка (эстакада)



Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по  
совершенствованию ОДД на участке УДС  
ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера

## Вариант ОДД: существующий

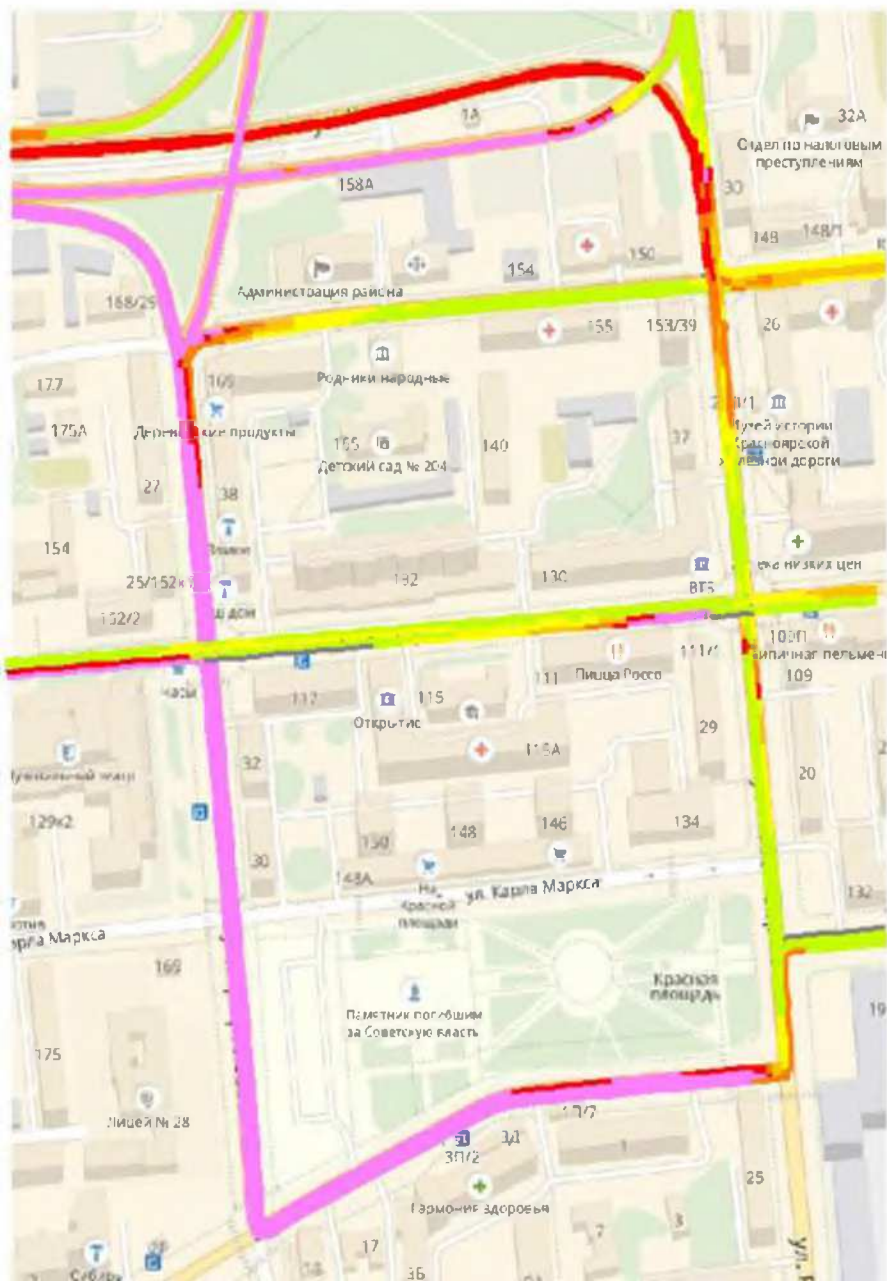


## Вариант ОДД: развязка (эстакада)

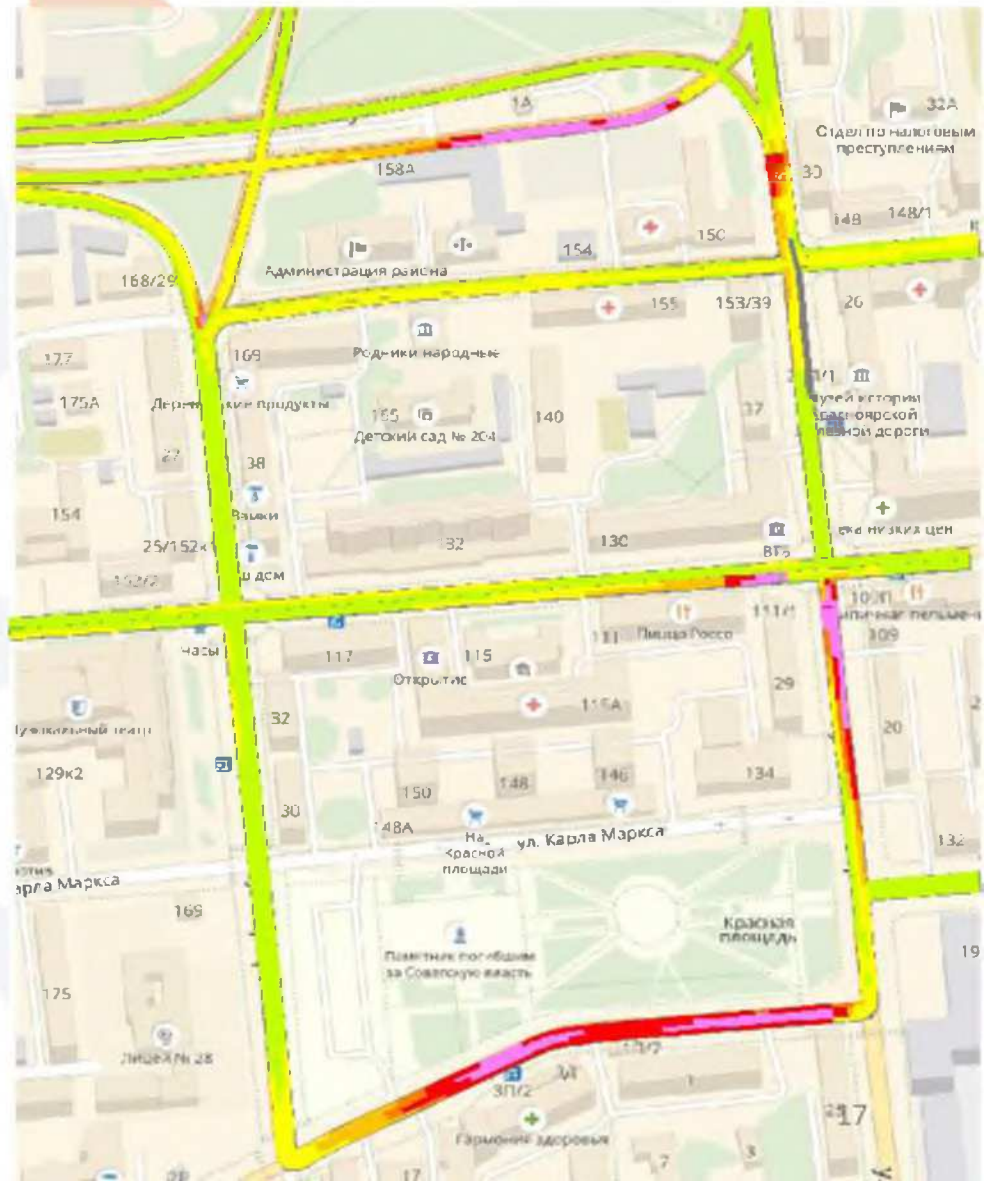




## Вариант ОДД: существующий



## Вариант ОДД: с учетом перераспределения потоков ТС при строительстве эстакады (ул. Копылова 30%, пр. Свободный 20%)



# Числовые значения параметров моделирования на выбранных участках

Таблица 2 – Значения параметров анализа транспортной сети для существующей и проектируемой ОДД (движение в разных уровнях) на ул. Маерчака – ул. Профсоюзов – ул. Республики – ул. Робеспьера

Параметры	Вариант ОДД		
	существующий	развязка (эстакада)	развязка с прогнозом на 15 лет
Общее время задержки: [h], Все типы ТС	61.014	0.058	62.922
Общее время остановок [h], Все типы ТС	41.309	0.010	25.091
Средняя скорость [км/ч], Все типы ТС	18.521	37.870	28.078

Таблица 3 – Значения параметров анализа транспортной сети для существующей и проектируемой ОДД (движение в разных уровнях) на ул. Новосибирская – ул. Новой жизни – ул. Куйбышева

Параметры	Вариант ОДД		
	существующий	развязка (эстакада)	развязка с прогнозом на 15 лет
Общее время задержки: [h], Все типы ТС	0.000	0,278	0,429
Общее время остановок [h], Все типы ТС	12.065	14,534	45,472
Средняя скорость [км/ч], Все типы ТС	48.515	36,721	32,997 <sup>18</sup>

Таблица 4 – Значения параметров анализа транспортной сети для существующей и проектируемой ОДД (движение в разных уровнях) на ул. Копылова – ул. Профсоюзов – ул. Робеспьера – пр. Мира – ул. Ленина – ул. Красная площадь

Параметры	Вариант ОДД	
	существующий	с учетом перераспределения потоков ТС при строительстве эстакады (ул. Копылова 30%, пр. Свободный 20%)
Общее время задержки: [h], Все типы ТС	236,66	26,089
Общее время остановок [h], Все типы ТС	93,949	8,628
Средняя скорость [км/ч], Все типы ТС	12,632	25,115

Показатели экономической эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на УДС Железнодорожного района г. Красноярска

Наименование работ и затрат	Общая сметная стоимость, руб.
Прочие работы и затраты:	
Дополнительные затраты при производстве работ в зимнее время	890046
Очистка территории при строительстве	900943,45
Доплаты по сдельно - премиальной системе оплаты труда	356019
Основные затраты:	
Смета на земляные работы	1826510
Смета на строительство эстакады	556788930
Смета на обстановку и принадлежности эстакады и развязок	28329547
Всего по сметам:	593181925

Общая стоимость предлагаемых мероприятий составит 593 189 925 рублей.

Чистый доход от сокращения затрат составит 104 221 270 рублей.

Окупаемость данного проекта составит 8 лет.



***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!***



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

И.М. Блянкинштейн

«07» сентября 2018 г.

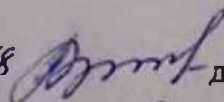
**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.01 – Технология транспортных процессов

«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ  
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПО УДС Г. КРАСНОЯРСКА  
(УЛ. МАЕРЧАКА, УЛ. ПРОФСОЮЗОВ, УЛ. РЕСПУБЛИКИ,  
УЛ. РОБЕСПЬЕРА, УЛ. НОВОСИБИРСКАЯ)»

Руководитель

04.06.18

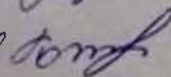


доцент, канд. техн. наук

Е.С. Восводин

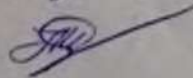
Выпускник

04.06.18



Ю.Ю. Роженюк

Нормоконтролер



Н.В. Шадрин

Красноярск 2018